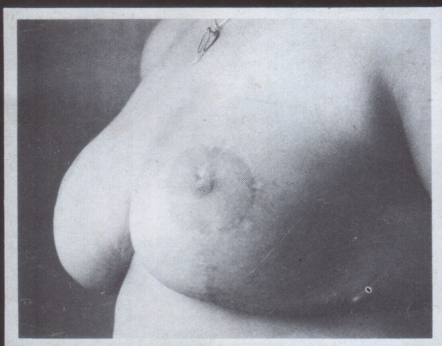
9e jaargang no.9/10
sept./okt. 1982
ƒ.9,25/182BF

aarde & kosmos

WAARIN OPGENOMEN

lucht- & ruimtevaart

tijdschrift voor wetenschap, natuur en techniek



BORSTREKONSTRUKTIE



SPACE SHUTTLE: MILITAIRE STILTE

WATER IN GANYMEDES

DE GROETEN VAN HET VRIJHEIDSBEELD

Satellietkaart van Nederland



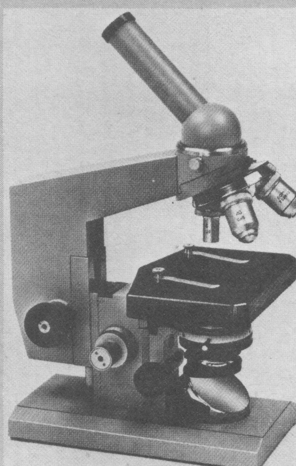
Sinds 1972 wordt ons land regelmatig gefotografeerd door Landsat-kunstmanen. Uit vier opnamen, gemaakt op 1 en 2 november 1980 is nu een groot formaat fotokaart in vier kleuren samengesteld, waarop Nederland en België tot de lijn die over Luik en Brussel loopt, te zien zijn, zonder dat er één wolkje boven het land hangt. De kaart is geproduceerd door het ITC en het NLR en uitgegeven door Malmberg in Den Bosch. Er is een nieuwe bewerkingstechniek gebruikt die kleuren heeft opgeleverd die dichter bij de werkelijkheid komen dan de "valse kleuren" die we gewoonlijk op Landsat-opnamen zien. De kaart bezit een schaal van 1:275.000 en meet 94x123 centimeter. Door dat grote formaat konden zeer veel details in de opname weergegeven worden. Hij is uitgevoerd op zwaar papier, gevat in twee plastic rails en opgerold in een stevige kartonnen koker. Er zit een toelichtend boekje van 16 pagina's bij.

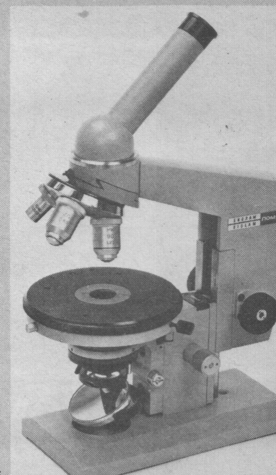
De kaart kan besteld worden onder nummer **80-56**. De prijs is ƒ 47,50; dat is inklusief koker en verzendkosten. Bestellen door het genoemde bedrag over te maken op giro 636150 t.n.v. Mens en Vrijetijd, Huizen.

Biolam microscoop type S-1
De nieuwe vermaarde Biolam microscoop in studenten-uitvoering, met eenvoudige- vergrote preparaattafel. Dit type leent zich bijzonder, gelet op z'n lage basisprijs, om te completeren met diverse accessoires naar keuze.
De basis uitvoering is identiek aan de typen Biolam R-1 en D-1 zoals afneembare 4-voudige revolver, 2-delige condensor N.A. 1,2 met afneembare top en voorklapbare lens met irisdiafragma.
Het zeer stabiele frame is aan 2 kanten bedienbaar met grofinstelling en precisie micrometer 0,002 mm. De 40x en 90x objectieven zijn verend. Eveneens kan d.m.v. een instelbare schroef de verticaal beweegbare arm afgesteld worden voor prep. beveiliging.
Levering in solide houten koffer met accessoire inleg.

630.=







710.=

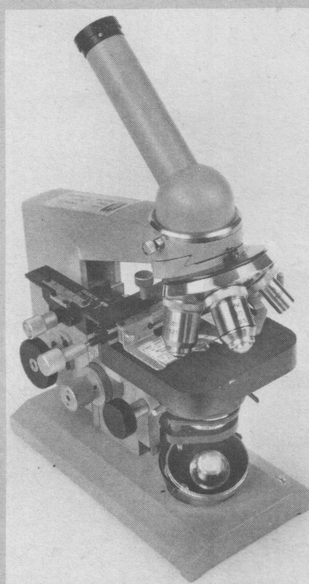


Biolam microscoop type R-1
Het microscoop type Biolam R-1, in basis uitvoering, is een van de meest bekende in de groep Studie/ laboratorium instrumenten. Het R-type is uitgevoerd met een ronde 360° roterende, draai- en centreerbare van 0 - 8 mm. Tafel ø 120 mm, met losse inleg en 4-voudige revolver op slede.
Micro instelling met intervallen van o,002 mm.
De vergrotingsfaktor varieert van 56x tot 1350x.
Levering compleet met 3 objectieven t.w.:
8x N.A. 0.20 / 40x N.A. 0.65 verend, 90x N.A. 1.25 olie immersie verend en 2 oculairs: 7x en 15x c.
Wordt compleet geleverd met monoculaire tubus 45° en 360° roterend, 2-delige condensor, systeem Abbe N.A. 12, met aparte voorklapbare lens en diafragma, 2 prep. klemmen, verlichtingset OI-32, filters (blauw CC-2) en matfilter, spiegel vlak en bol, een flesje immersie olie alsmede klein gereedschap en instructie boekje.
Levering in fraaie afsluitbare houten koffer met accessoire inleg. Ook leverbaar in vele andere uitvoeringen waaronder de binoculaire uitvoering.

MICROSCOOP BIOLAM D-1
De wereldvermaarde biologische studenten-microscoop.
Standaard uitvoering type D-1
Aflevering in metalen draagkoffer.
Vergroting van 56 tot 1350x.
Monoculaire tubus 45°/360° roterend.
Prep. beveiliging instelbaar
Condensor Abbe N.A. 1.2
Kruistafel CT 12
Objectieven 3x (zie specificaties)
Oculairs 3x (zie specificaties)
Lichtfilter blauw CC-2
Matglas
Immersie olie
Oliepipet
Stofkap
Prep. klemmen 2x
Set gereedschap
Reinigingspenceel
Flanel stofdoekje

Instructieboekje
Gewicht 2,9 kg.

810.=



Bestellen door overmaken van het vermelde bedrag op giro 636150 t.n.v. Mens en Vrijetijd, Huizen. Bestelnummer vermelden.

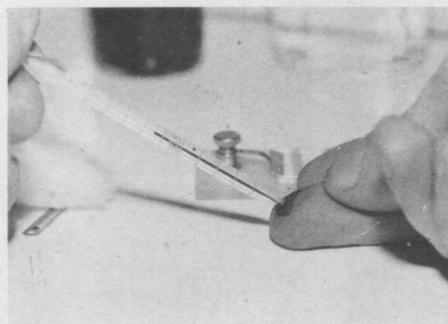
ADRES: Gooilandweg 5A te Huizen-Nh, 200 meter vanaf het busstation (boerderij hoek Industrieweg)

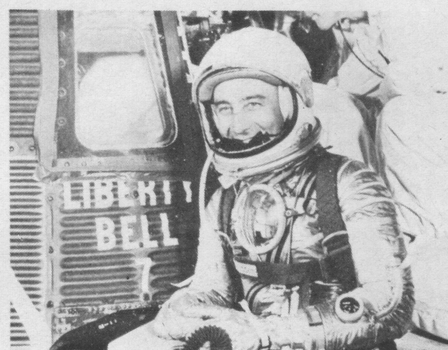
TELEFOON: 02152-58388

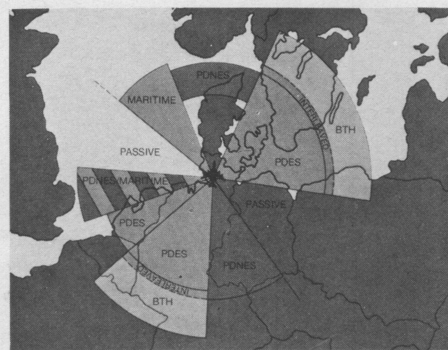
Stichting
Mens en Vrijetijd

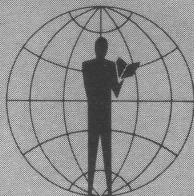
Bij de voorplaat
Een kollage van Jupiter en enkele van zijn grote manen, vrucht van het ruimte-onderzoek van de jaren zeventig. De buitenplaneten zullen over enkele jaren nog één maal aards bezoek krijgen: Jupiter van de Amerikaanse Galileo en Uranus en misschien ook Neptunus van de Voyager-2. Voor de periode daarna zijn nog geen plannen en als die er wel komen, zullen ze van een heel andere aanpak getuigen dan in de "rijke" jaren '60 en '70. Over de ruimtevaart van de komende kwart eeuw en over de toekomstige rol van de mens in de ruimte meer in ons volgende nummer. Foto JPL

INHOUD







Aarde & Kosmos
waarin opgenomen
Lucht- en Ruimtevaart

een uitgave van de Stichting Mens & Wetenschap

DE STICHTING MENS EN WETENSCHAP heeft ten doel het zo veel en zo breed mogelijk verspreiden van kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek. Zij doet dit door het redigeren en samenstellen van publikaties, waaronder Aarde&Kosmos, en het bevorderen en ondersteunen van edukatieve aktiviteiten en onderzoek met het doel de kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek te vergroten.

THE FOUNDATION MAN AND SCIENCE is a nonprofit organisation for diffusing, knowledge regarding nature, science and technology. Diffusing of this knowledge takes place by editing publications (amongst which Aarde&Kosmos) and by stimulating and supporting educational activities and research projects extending knowledge of nature, science and technology.

BESTUUR van de stichting:
Dr.F.C.Hillen, voorzitter/sekretaris
Drs.R.Kaptijn, penningmeester
C.Laban, lid
W.Stegeman, adviseur.

ADMINISTRATEUR: J.A.M.Bolwerk

UITGEVER: stichting Mens en Wetenschap

HOOFDREDAKTIE: A.C.Sabelis

EINDREDAKTIE: drs.J.J.H.Eggen

MEDEWERKERS:

D.vd.Aart	G.J.v.Lonkhuijzen
J.J.Baarslag	A.Molkenboer
J.Beek	P.Niekerk
W.Boland	B.Pasch
R.Bosch	L.J.N.Steijn
P.R.v.Buysen	C.Steijger
K.Elhorst	J.Smekens
H.Engelman	H.Schouten
S.J.deGroot	P.v.Tend
J.v.Hest	J.Terweij
G.Kiers	L.Vanhoeck
C.Laban	A.J.Zwinenberg

ABONNEMENTEN: voor Nederland 55,= Overig Buitenland 78,=; België 940 BF
Opgaven: Aarde & Kosmos, Postbus 108, 1270 AC Huizen-Nh.
Opzeggen: schriftelijk tenminste 2 maanden voor afloop abonnementstermijn.

DRUK: Kon.Drij.v/h de Boer jr.nv - Hilversum.

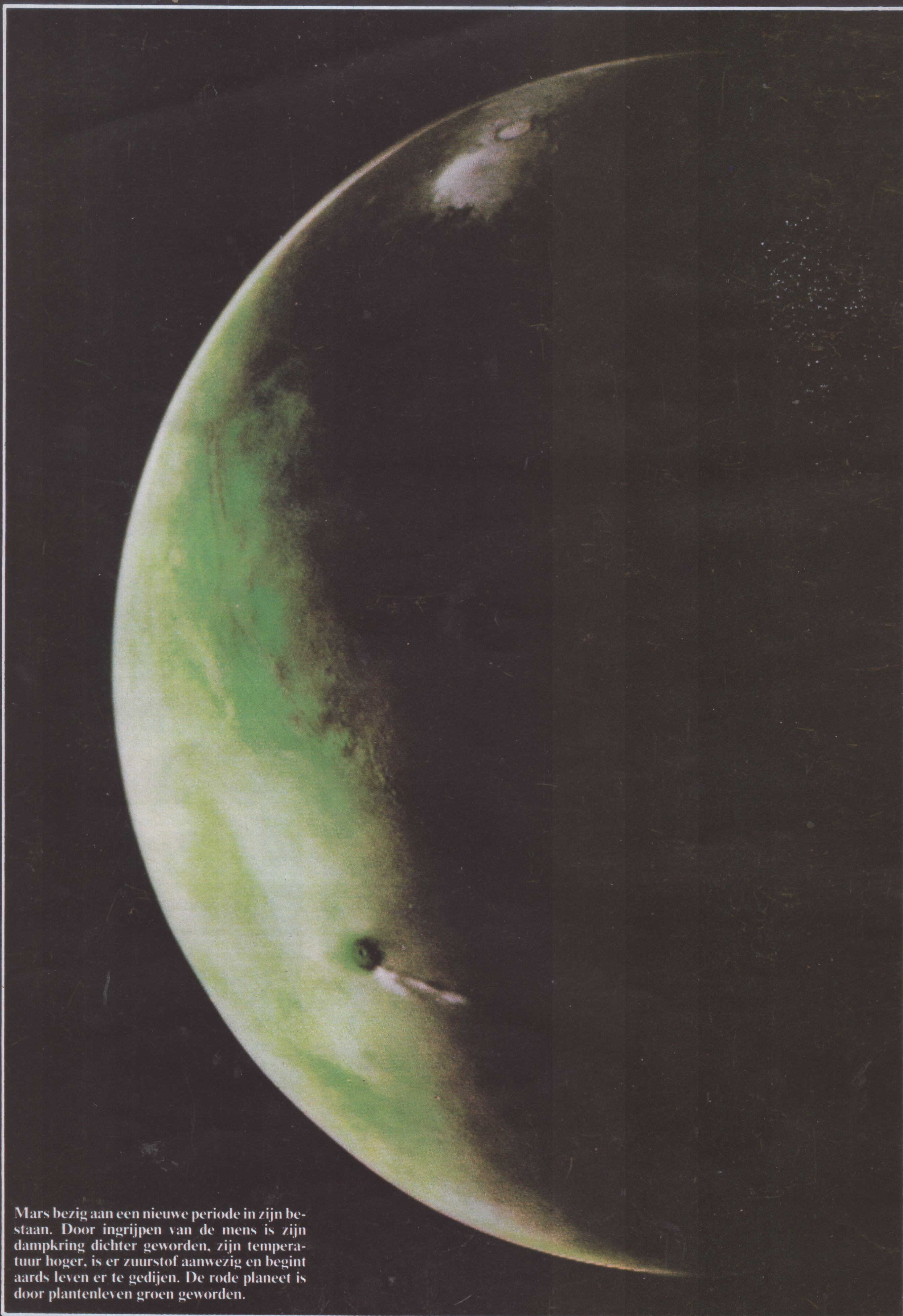
DISTRIBUTIE NEDERLAND: Betapress B.V., Gilze. Tel.01615-2851.

DISTRIBUTIE BELGIE: Ed.Soumillion, Massenetlaan 28; 1190-Brussel. Tel.02/345.91.92. - PR.000-0069021- 54.

ADVERTENTIES: Feenstra-Salemink bv, Postbus 1027, 7230 AA Warnsveld, tel. 05750-27111

REDAKTIE-ADRES: Postbus 108 - 1270 AC Huizen-Nh; tel.02152-58388. Kantoor: Gooilandweg 5A te Huizen.

Aarde & Kosmos verschijnt iedere 1e van de oneven maanden.



Mars bezig aan een nieuwe periode in zijn bestaan. Door ingrijpen van de mens is zijn dampkring dichter geworden, zijn temperatuur hoger, is er zuurstof aanwezig en begint aards leven er te gedijen. De rode planeet is door plantenleven groen geworden.

Wordt de rode planeet een groene planeet?

Dr. W. van Tend

Na de proeven met de Viking landers op Mars is het vrij zeker dat op die planeet geen leven voorkomt. Maar zouden er overlevingskansen zijn voor ingevoerd aards leven? Zou het mogelijk zijn Mars geschikt te maken voor menselijke bewoning? Die vragen zullen we hier nader bekijken.

Het leven op Aarde heeft een grote invloed op zijn omgeving. Eén van de duidelijkste sporen van die invloed is de samenstelling van de dampkring. Bij de Aarde bevat die twintig procent zuurstof, terwijl dat gas op de dode planeten Venus en Mars bijna helemaal ontbreekt. De dampkring daar bestaat grotendeels uit koolzuurgas, een gas dat maar 0,03 procent uitmaakt van de aardse dampkring.

Gelijke begintoestand

Deze verschillen zijn er niet altijd geweest. Aan het begin van de ontwikkeling van het leven op Aarde bestond ook onze dampkring voornamelijk uit koolzuurgas. Dit gas heeft de scheikundige formule CO_2, en is dus een verbinding van koolstof (C) en zuurstof (O). Groene planten zetten CO_2 en water om in zetmeel en zuurstofgas (O_2). Die omzetting heeft ervoor gezorgd dat het aandeel van CO_2 in de aardse dampkring is teruggelopen. De zuurstof die de planten afgeven, werd een belangrijk bestanddeel van de atmosfeer. Nieuwe levensvormen die in de zuurstofrijke omgeving ontstonden, werden afhankelijk van zuurstof voor hun voortbestaan. Hoge levensvormen van onze planeet kunnen het dan ook niet uithouden in de CO_2-dampkring van Mars.

Wil de mens het leven op Mars mogelijk maken voor aardse organismen, dan zal er daar zuurstof moeten komen. Door het invoeren van groene planten zou de geschiedenis van de aardse dampkring zich op Mars kunnen herhalen. Geschikte pionierplanten zullen zonder zuurstof moeten kunnen beginnen, maar dat is niet de enige eis. Zij zullen ook bestand moeten zijn tegen het barre Marsklimaat.

Marsatmosfeer te ijl

Op Mars is het een flink stuk kouder dan op Aarde. Temperaturen boven nul graden celsius komen alleen voor in de tropische en subtropische gordels. Zelfs daar vriest het ook in de zomer nog driekwart van de tijd. De hoofdoorzaak voor de lage temperatuur is dat Mars verder van de Zon staat dan de Aarde. Aan die grote afstand laat zich niets veranderen, maar er zijn toch wel mogelijkheden iets tegen het barre klimaat te ondernemen.

De zonnestraling die op Mars invalt, verwarmt in de eerste plaats het planeetoppervlak. Dat draagt zijn warmte dan over aan de dampkring. Nu is die dampkring erg ijl. Het gas in een kolom Marsatmosfeer heeft maar 1/200 van het gewicht van een kolom aardse dampkring. De warmte-uitstraling van het Marsoppervlak gaat vrij gemakkelijk door die ijle dampkring heen; er is maar weinig zogeheten broeikaswerking. Als het zou lukken de dampkring dichter te maken, dan zou de warmte minder gemakkelijk kunnen ontsnappen. Een dichtere deken gas zou het oppervlak beter toedekken en het zou warmer worden. Bij een betere broeikaswerking zou leven beter kunnen gedijen.

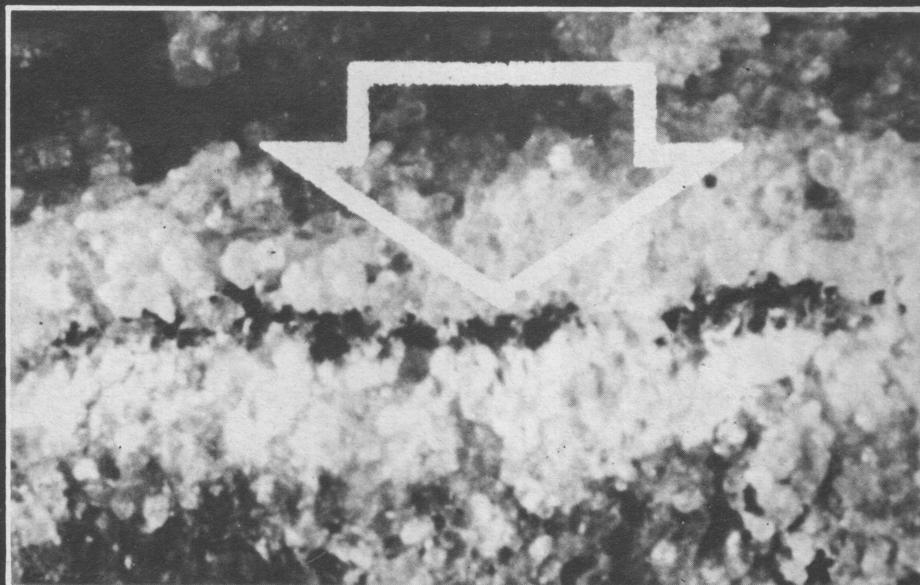
Poolkappen aanpakken

Het gas om de dampkring mee aan te vullen, moet op Mars zelf worden gevonden. Meer koolzuurgas kan komen uit de poolkappen, waarop 's winters een hoeveelheid koolzuursneeuw neerslaat. Vermoedelijk is ook in de bodem koolzuur gebonden aan gesteente. Een

Zou de mensheid in geval van een grote ramp op Aarde zijn heil elders kunnen zoeken? Zou de mens, wanneer hij door zijn eigen toedoen zijn milieu volkomen verpest of door een kernoorlog zijn planeet onleefbaar maakt, zijn vege lijf kunnen redden door zich ergens buiten de Aarde te vestigen? Dat zijn vragen die regelmatig naar boven komen. Als de Aarde onbewoonbaar wordt, moet de mensheid uitwijken naar de ruimte bijvoorbeeld. Daarbij wordt gedacht aan grote kolonies in de ruimte. Een andere mogelijkheid is het bewoonbaar maken van onze buurplaneten Venus en Mars. Daar is al serieus over nagedacht en er is enig rekenwerk en onderzoek in het laboratorium aan gedaan. Wie gedacht had dat Venus en Mars snel geschikt gemaakt kunnen worden voor bewoning door de mens, komt bedrogen uit. Onze medewerker dr. W. van Tend geeft in dit nummer een overzicht over bestaande ideeën.

Uit het zuidpoolgebied zijn algen en schimmels bekend die in vast gesteente leven. De pijl wijst naar donkere algen; in de lichte band eronder zitten schimmelslierten. Deze manier van leven zou op Mars misschien ook mogelijk zijn, en dan in ieder geval een goede bescherming bieden tegen de ultraviolette straling die, zolang er nog weinig zuurstof in de dampkring zit, ongehinderd het oppervlak kan bereiken. Foto NASA

▽

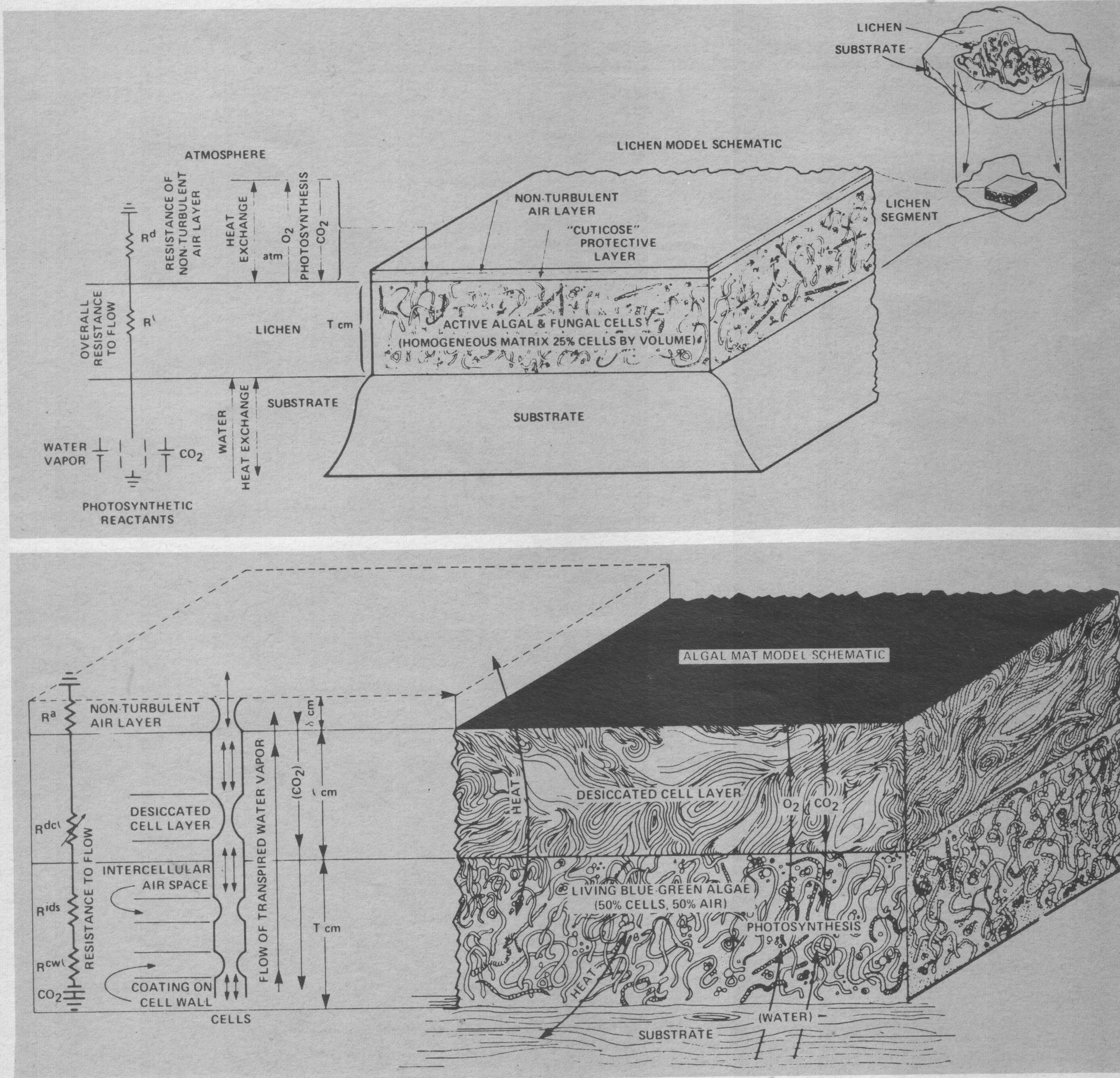


ander geschikt broeikasgas is waterdamp. Waterdamp zou kunnen komen uit ijs en ander gebonden water in de bodem. Verder bestaan de kernen van de poolkappen uit ijs dat nu in de zomer blijft liggen.

Het verdampen van de poolkappen lijkt een goede manier om meer broeikasgas in de dampkring te krijgen. Maar voor verdampen is wel energie nodig. Zonnewarmte zal de enige energiebron zijn die in aanmerking komt. Op het ogenblik nemen de poolkappen maar 23 procent op van de zonnestraling die ze treft. De rest kaatsen ze terug en die zonne-energie is voor Mars verloren. Een klein beetje van die rest zou voor verdamping van koolzuursneeuw en ijs kunnen gaan zorgen.

Dat de poolkappen nu zoveel zonnestraling terugkaatsen, komt door hun blikkerend witte uiterlijk. Om meer zonnestraling op te nemen, moeten de poolgebieden donkerder van kleur worden. Dat zou kunnen door donkere bodem van elders op Mars aan te voeren. Gemiddeld weet de bodem in andere gebieden op Mars namelijk 75 procent van de zonnestraling op te nemen en dat is flink wat meer dan de 23 procent van de poolkap.

Het eerste verdampen van een deel van de poolkap verdicht de dampkring en maakt zo de planeet iets beter geïsoleerd en dus warmer. Op de warmere planeet zal meer verdamping plaatsvinden, waardoor het nog warmer wordt en zo verder. Deze keten van gebeurtenissen begint niet zomaar; anders was hij natuurlijk al lang vanzelf op gang gekomen. Een kunstmatige ingreep is nodig om de broeikasketen te starten, en die ingreep blijkt niet eens zo erg groot: in plaats van 23 procent moet de poolkap 27 procent van het invallende zonlicht gaan opnemen. Een dergelijke toename moet gemakkelijk te ver-



▽ **Het rekenmodel van een levensmat met korstmos, dat 25 volume procent inneemt. De mat ligt op de Marsbodem. Korstmos kan goed tegen ultraviolet, maar mogelijk niet goed tegen het ontbreken van zuurstof; bovendien groeit het maar erg langzaam.** Illustratie NASA

▽ **Het rekenmodel van een levensmat met**
▽ **blauwgroene algen, die 50 volume procent van de onderste helft van de mat innemen. De uitgedroogde bovenste helft biedt bescherming tegen uitdroging. Blauwgroene algen groeien tien maal zo snel als korstmossen.** Illustratie NASA

wezenlijken zijn met de aanvoer van donkere bodem.

Mars blijft vrij koud

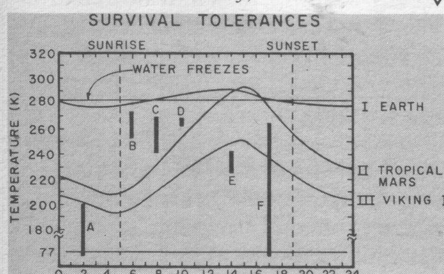
Een probleem is de extra waterdamp, die bij temperatuurverhoging in de dampkring komt. Enerzijds geeft die waterdamp, zoals gezegd, een broeikaswerking en dus een warmer klimaat. Anderzijds echter kunnen er wolken ontstaan, die zonlicht onderscheppen, waardoor het weer afkoelt. Hoe dit samen werkt, is onduidelijk.
Het opwarmen van de planeet zal ophouden wanneer de koolzuursneeuw verdampt is. Na ongeveer honderd jaar zal het zover zijn. De dampkring is dan even dicht als die van de Aarde. De temperatuur aan de pool is opgelopen van −127 °C tot −83 °C. In de poolgebieden is het dus wat leven betreft nog steeds niets gedaan. De planeet als geheel is er 10 tot 20 graden op vooruit gegaan. Maar bij gemiddeld −40 °C blijft het water op Mars nog voornamelijk ijs. Leven blijft daarom aangewezen op de warmste delen van de planeet.
De dichtere dampkring houdt niet alleen de warmte beter vast, maar zorgt ook voor meer warmtetransport door wind. De temperatuurverschillen worden daardoor kleiner. Dat heeft twee gevolgen, één gunstig en één ongunstig. Bij de kleinere temperatuurverschillen treden geen stofstormen meer op, en zal er helemaal weinig stof meer in de lucht zweven. Niet alleen zal daardoor de hemel er iets blauwig gaan uitzien, en niet meer rose zoals nu. Het stof zal vooral geen bedreiging voor levende wezens meer vormen. Het nadeel is echter dat de warmte die de koudste delen van de planeet milder maakt, afkomstig is van de warmste plekken. In hoeverre die warmste plekken echt voordeel hebben van een algemene klimaatverbetering is dus onduidelijk. Wel duidelijk is dat het leven op de warmste plekken aangewezen blijft, en dat het daar nog altijd erg koud is in vergelijking met de Aarde.

Geschikte levensvormen zoeken

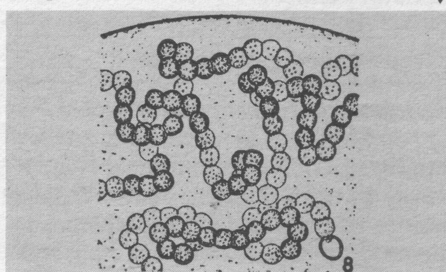
De levensvormen die het op Mars zullen kunnen uithouden, moeten dan ook gezocht worden op de koudste plaatsen op Aarde. Ze moeten bestand zijn tegen de lage vochtigheid op Mars. Men is daarom gaan kijken naar wat er leeft in de droge valleien die te vinden zijn in ons zuidpoolgebied.
In deze valleien komen vier soorten plantaardig leven voor: groene algen, mos, korstmos en blauwgroene algen. De groene algen en het mos zijn niet geschikt voor Mars; ze kunnen niet leven zonder zuurstof en bovendien hebben ze nog teveel vochtigheid nodig. Korstmos en blauwgroene algen kunnen beide gelukkig wel met uitzonderlijk weinig water toe. Wat de invloed op deze planten zou zijn van de samenstelling van de Marsbodem, is nog helemaal onduidelijk.
Het is onbekend of korstmos het helemaal zonder zuurstof kan stellen. Korstmos heeft wel een heel groot pluspunt: het is uitstekend bestand tegen ultraviolette straling. Op Aarde is deze

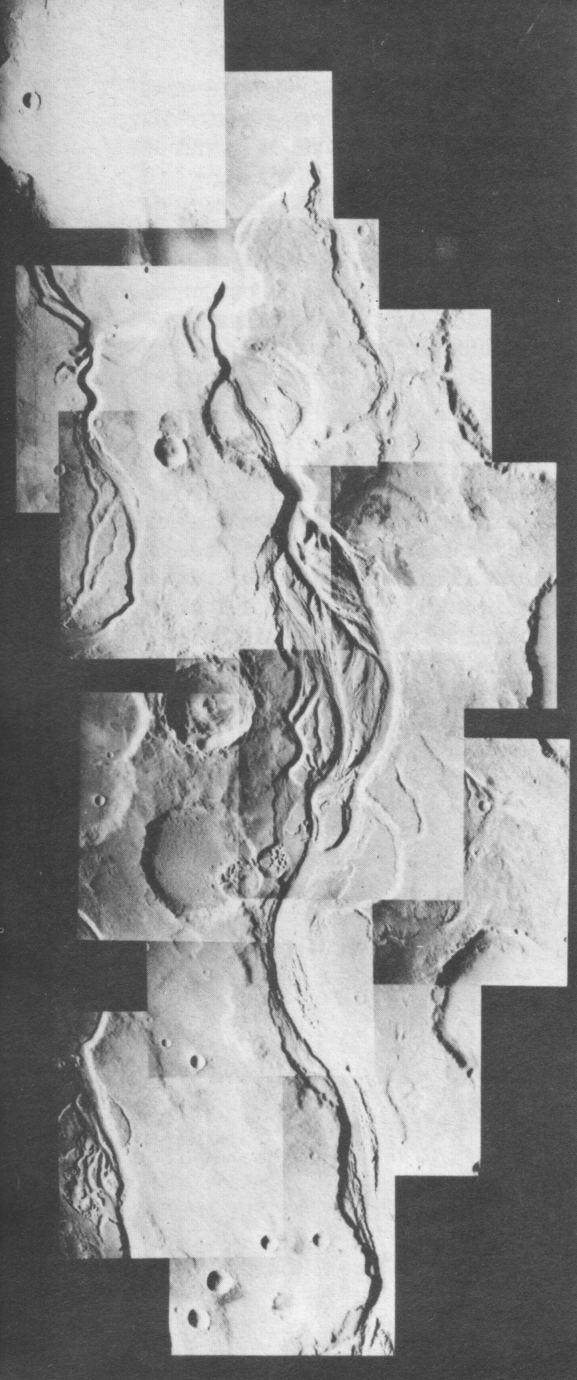
△ **Het Marsoppervlak in het landingsgebied van de Viking-1. We zien een barre steenwoestijn. De witte vlekken zijn koolzuurrijp. Korstmossen, blauwe algen en misschien ook wel stikstofbindende bakteriën zouden hier het spits moeten afbijten om koolzuurgas uit de dampkring weg te nemen, zuurstof ervoor in de plaats te brengen en een stijging van de temperatuur te bewerkstelligen.** Foto NASA

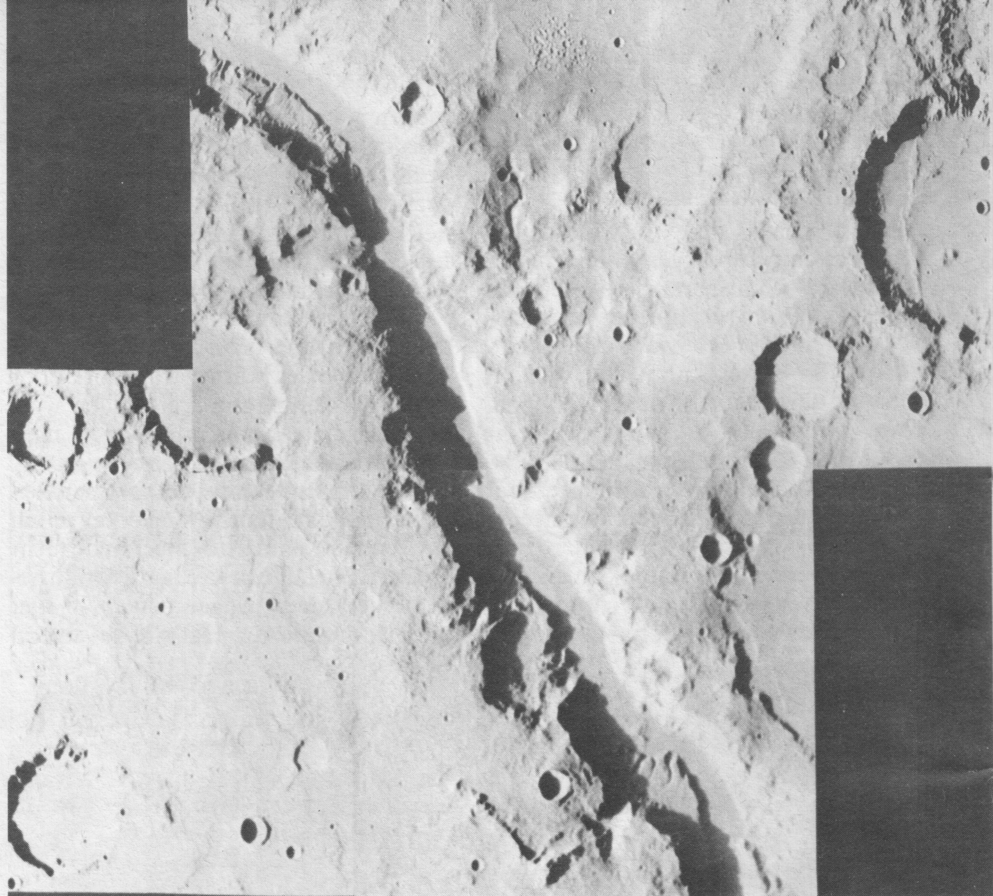
De temperatuurtolerantie van verscheidene soorten organismen. A zijn korstmossen, B gewone mossen, C eencellige algen, D varens, E altijd groene heesters en F struikvegetaties uit het hooggebergte. De kurves geven respektievelijke het temperatuurverloop in een gemiddeld etmaal op Aarde, rond de evenaar van Mars en in het landingsgebied van de Viking-1. In gedroogde toestand kunnen alle genoemde organismen een temperatuur van 77 graden kelvin (−196 °C) nog net uithouden. Naar McKay, 1979 ▽



De blauwgroene alg Nostoc commune kan tegen langdurige perioden van uitdroging en temperaturen tot −80 °C. ▽







△ **Mars is rijk aan dit soort geulen. Hun vorm wekt de indruk dat ze door stromend water zijn ontstaan. Dat doet ondermeer vermoeden dat in de bodem van Mars heel wat ijs van water zit. Door de temperatuur van het planeetoppervlak te verhogen, kan dat water vrijgemaakt worden. De afgebeelde geul is gemiddeld zo'n 16 kilometer breed en 2 kilometer diep.** Foto NASA

◁ **Een vermoedelijke getuige van een nat en warmer verleden van Mars, een beddingenstelsel in het gebied van de Mangala Vallis. Wanneer men kans zou zien het oppervlak van Mars te verwarmen en de dampkring dichter te maken, dan zou er opnieuw water over Mars kunnen gaan stromen en zich leven bij die rivieren gaan ophouden.** Foto NASA

eigenschap niet zo bijzonder nuttig. De ultraviolette straling van de Zon dringt op onze planeet namelijk maar nauwelijks tot de grond door. Bovenin de dampkring houdt de ozonlaag het ultraviolet tegen. Ozon is een bijzondere vorm van zuurstof; een ozonmolekuul bestaat uit drie atomen zuurstof, een gewoon zuurstofmolekuul uit twee atomen zuurstof. De ultraviolette straling van de Zon zorgt voor de omzetting van gewone zuurstofmolekulen in ozonmolekulen. Omdat op Mars nog geen zuurstof is, bestaat er ook geen ozon. Het ultraviolet van de zonnestraling kan zo ongehinderd de bodem bereiken en dat is voor de meeste levensvormen erg schadelijk; ze kunnen maar een paar minuten in intense ultraviolette straling overleven.

Korstmos mag hiervan dan geen last hebben, erg doeltreffend voor het aanmaken van zuurstof zal het toch niet zijn. Korstmos groeit namelijk erg langzaam. De blauwgroene algen uit het zuidpoolgebied zijn op dit punt een tegenhanger: ze groeien erg snel maar kunnen niet tegen ultraviolet. Ze zouden tegen die straling beschermd kunnen worden door bedekt te worden met een dun laagje bodem. Daaronder is dan nog wel genoeg gewoon zonlicht. In tegenstelling tot korstmos is het van blauwgroene algen zeker dat ze zonder zuurstof kunnen.

Levensvormen geschikt maken

Voordat korstmos of blauwgroene algen op Mars worden ingevoerd, zou het handig zijn nog geschiktere soorten ervan te kweken. Daarbij valt te denken aan de rekombinant-DNA technieken die op dit moment zo in opkomst zijn. Blauwgroene algen zouden kunnen worden uitgebreid met een erfelijke eigenschap, waardoor ze bestand worden tegen ultraviolette straling. Ze zouden bijvoorbeeld het vermogen kunnen krijgen ultravioletschade snel te herstellen. Voorkomen is echter beter dan te herstellen. De blauwgroene algen zouden nog meer gebaat zijn bij een kleurstof die ultraviolet tegenhoudt. De sleutel voor het maken van zo'n kleurstof moet vrij eenvoudig aan hun erfelijke materiaal toegevoegd kunnen worden.

In beginsel valt ook aan de erfelijke eigenschappen van korstmos te sleutelen. Een snelgroeiend korstmos dat gegarandeerd tegen een zuurstofloze omgeving kan, zou welkom zijn. Genetische manipulatie is hier echter een stuk moeilijker. Dat komt omdat korstmos niet één organisme is, maar een samenlevingsvorm van twee soorten die heel goed op elkaar ingespeeld zijn. De ene partner is een schimmel, de andere een alg. Samen vormen ze één lichaam. Dat overdekt de bodem in een laagje van 0,5 tot 3 mm dikte. Het bovenste stukje doet dienst als een huid die het vochtverlies beperkt. Naar onderen scheidt het alg/schimmellichaam stoffen af die de bodem verweren ten behoeve van het korstmos.

Aan het werk

Ook blauwgroene algen zullen als een laag op of iets onder het Marsoppervlak moeten komen. De "zoden" zijn daarbij een millimeter dik. De bovenste helft

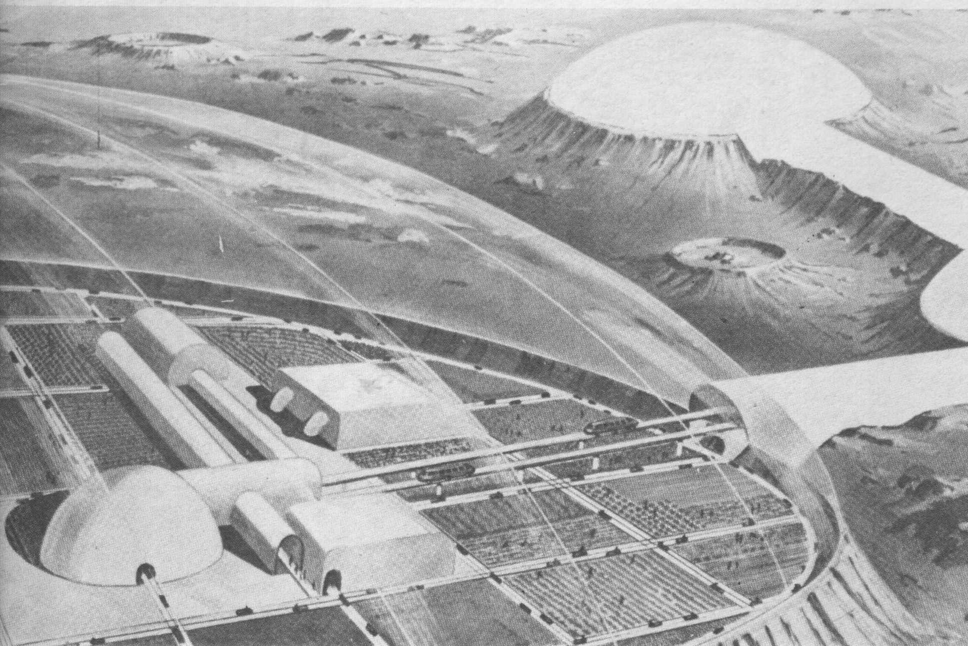
zal snel afsterven door uitdroging en dient dan verder als bescherming van de rest van de blauwgroene algen.
Als de lagen zijn aangebracht, kunnen de blauwgroene algen of het korstmos aan het werk, zuurstof maken. Hoe verloopt een dag van het leven op Mars? Na zonsopkomst begint de temperatuur te stijgen. De planten blijven voorlopig in een rusttoestand: het vriest nog. De Marslucht zal de hele dag onder het vriespunt blijven, maar in de loop van de ochtend ontdooit de bodem en daarmee de levensmat. De planten verbruiken koolzuurgas en water, brengen zuurstof in de lucht, zorgen voor hun herstel en, als het eraf kan, groei. Op het midden van de dag is het boven in de grond +25 °C. Als het hard waait, voert de wind zoveel warmte af dat de levensmat niet boven de +10 °C komt. Hoe kouder het is in de mat, des te minder zuurstof wordt er gemaakt. Als er een stevige bries staat, geeft dat ook een flinke uitdroging. De planten zullen dan hun werk ruim voor zonsondergang moeten staken door vochtgebrek, zo ze al aan zuurstof maken zijn toegekomen. Bij zonsondergang valt de vorst weer in. Het gaat ruim honderd graden vriezen, maar het nieuwbakken Marsleven is in staat dat te doorstaan. De volgende dag zal het het werk weer kunnen opnemen.
Zeven duizend jaar zouden zo moeten verlopen om het koolzuurgas dat nu in de Marsdampkring zit, te vervangen door zuurstof. Het maken van een zuurstofatmosfeer waarin de mens ongehinderd kan ademhalen kost 140.000 jaar. Deze getallen gelden voor blauwgroene algen, aannemend dat die zullen kunnen overleven. Door zijn langzamere groei zou het ultravioletbestendige korstmos er tien keer zo lang over doen.

Hulpmechanismen

Korstmos en blauwgroene algen alleen kunnen dergelijke tijdperken nooit doorkomen. Op Aarde heeft iedere levensvorm de hulp van andere soorten bij het wegwerken van zijn afvalstoffen. De scheikundige elementen die het leven nodig heeft, zijn zo opgenomen in een kringloop. De vraag of bepaalde soorten naar Mars kunnen worden overgeplant, is eigenlijk niet de juiste. De vraag moet zijn: kunnen bepaalde kringlopen op Mars worden ingevoerd? Belangrijke kringlopen zijn die voor de elementen zwavel en stikstof. Hoofdschakels in de kringloop zijn eencelligen. Deze eencelligen hebben op Aarde ruimschoots zuurstof tot hun beschikking. Op Mars moeten ze hun werk zonder zuurstof beginnen. Bepaalde soorten lijken dat inderdaad te kunnen.
Wanneer na verloop van tijd dankzij korstmos en blauwgroene algen zuurstof ter beschikking komt, zullen de eencelligen niet nalaten daarvan gebruik te maken. Dat betekent dat de zuurstofhoeveelheid op Mars wat minder snel zal groeien dan wanneer er geen kringloopeencelligen nodig waren.

De toekomst van Mars

Als het dan gelukt is geschikte kringlopen in te voeren, stijgt tenslotte werkelijk het zuurstofgehalte ten koste van het koolzuurgasgehalte. Voor het klimaat is dat echter niet gunstig: de broeikaswerking van zuurstof is veel kleiner dan die van koolzuurgas. Het lijkt er dus op dat Mars weer zal gaan afkoelen. Op Aarde heeft het leven de afgelopen ruim drie miljard jaar al veel koolzuurgas vervangen door zuurstof. Toch is de Aarde gemiddeld nauwelijks kouder geworden. De afname van de broeikaswerking op Aarde werd tegengewerkt door een toename van de lichtsterkte van de Zon. Eerst had de Zon maar 70 procent van haar tegenwoordige lichtsterkte. Die lichtsterkte neemt nog steeds toe. Het leven blijft intussen naar evenredigheid de broeikaswerking verminderen door koolzuurgas weg te halen. Dat kan echter niet blijven doorgaan. Over honderd miljoen jaar zal er nog maar zo weinig koolzuurgas in onze dampkring over zijn, dat planten niet meer kunnen gedijen. Daarbij is uiteraard even afgezien van de invloed van de mens die op dit moment extra koolzuurgas in zijn dampkring aan het brengen is. Omdat over de lange termijn gezien het gedrag van de mens en zijn invloed op de atmosfeer moeilijk te voorspellen is, zullen we ons beperken tot de natuurlijke toestand. Op het moment dat door gebrek aan koolzuurgas planten niet meer kunnen groeien, neemt de broeikaswerking niet verder meer af. De lichtsterkte van de Zon zal echter wel blijven toenemen. Onherroepelijk zal de temperatuur op Aarde gaan stijgen.
Omdat Mars verder van de Zon staat, is de invallende zonnestraling daar wat minder. Met een grote broeikaswerking in het begin, die vervolgens langzaam afneemt doordat het leven koolzuurgas verwijdert, is het op Mars misschien nog best uit te houden; op Aarde zal het in ieder geval te warm worden. Omdat Mars minder massa heeft dan de Aarde, zullen de gevormde gassen sneller van de planeet ontsnappen dan bij ons het geval is. Dat effekt wordt evenwel tegengegaan door de betrekkelijk lage temperaturen op grotere hoogte in de dampkring van Mars, ook wanneer de temperatuur dicht bij het oppervlak zal stijgen. Bovendien verloopt het ontsnappen van gas zo langzaam dat over de perioden waar hier sprake van is, het effekt erg klein zal zijn. Daarom is het nog niet zo'n gek idee ons leven naar Mars over te planten, voor over honderd miljoen jaar.



◁ **Een aanpak tot het bewoonbaar maken van andere planeten die niet in het artikel besproken is, wordt weerspiegeld in deze NASA-schets uit 1976. Koepelvormige kolonies met een eigen dampkring zouden bijvoorbeeld op Mars de centra kunnen gaan vormen voor het werken aan de verandering van de planeet.**

Aan het veranderen van de omstandigheden op onze buurplaneten, met de bedoeling ze voor aards leven toegankelijk te maken ("terraforming"), is al heel wat serieuze aandacht besteed. Dit artikel is gebaseerd op het NASA-rapport "On the habitability of Mars" (Over de bewoonbaarheid van Mars) uit 1976 en op twee artikelen van Christopher P. McKay (waarvan één samen met Steven M. Welch) van de afdeling Astrogeofysika van de Universiteit van Colorado.

Wordt Venus een vruchtbare planeet?

Dr. W. van Tend

Terraformers, mensen die voorlopig alleen nog in gedachten andere planeten omvormen tot voor de mens bewoonbare alternatieve aardes, hebben hun gedachten al eens laten gaan over de planeet Venus. Op het allereerste gezicht lijkt Venus een gemakkelijk objekt, maar dat blijkt enorm tegen te vallen.

Het invoeren van aards leven op de planeet Mars, zoals hiervoor beschreven, is niet eenvoudig. Een van de belangrijkste problemen is de lage temperatuur; Mars staat nu eenmaal verder van de Zon dan de Aarde. Venus daarentegen staat dichter bij de Zon dan wij. Zonne-energie is er dus ruimschoots voorhanden. Op Mars zou leven moeten woekeren met een tekort aan energie, op Venus zou leven een overvloed moeten indammen. Het lijkt daarom gemakkelijker op Venus, maar dat is het niet.

Broeikaseffekt verminderen

De temperatuur op Venus is meer dan 400 °C. De luchtdruk aan het oppervlak is negentig maal zo hoog als op Aarde. De dampkring bestaat voor 95% uit koolzuurgas. Een dergelijke atmosfeer isoleert het oppervlak bijzonder goed: de broeikaswerking is heel groot.

Planten of mikro-organismen kunnen in beginsel een dergelijke dampkring veranderen. Ze vervangen koolzuurgas door zuurstof die veel minder broeikaswerking heeft. Het is duidelijk dat er geen levende wezens te vinden zijn die het aan het oppervlak uithouden. Op grotere hoogte echter is het minder heet en de luchtdruk minder hoog. Misschien zouden mikro-organismen in de wolken van Venus uitgezet kunnen worden.

Behalve het vervangen van koolzuurgas door zuurstof, waardoor het koeler wordt, is nog een taak weggelegd voor die mikro-organismen. Ze zullen het zwaveldioxide in de dampkring en in de wolken moeten binden. Zolang zoveel zwaveldioxide in de dampkring blijft als nu, is de regen op Venus namelijk wel erg zuur. Ook het verwijderen van zwaveldioxide draagt bij aan het verminderen van de broeikaswerking.

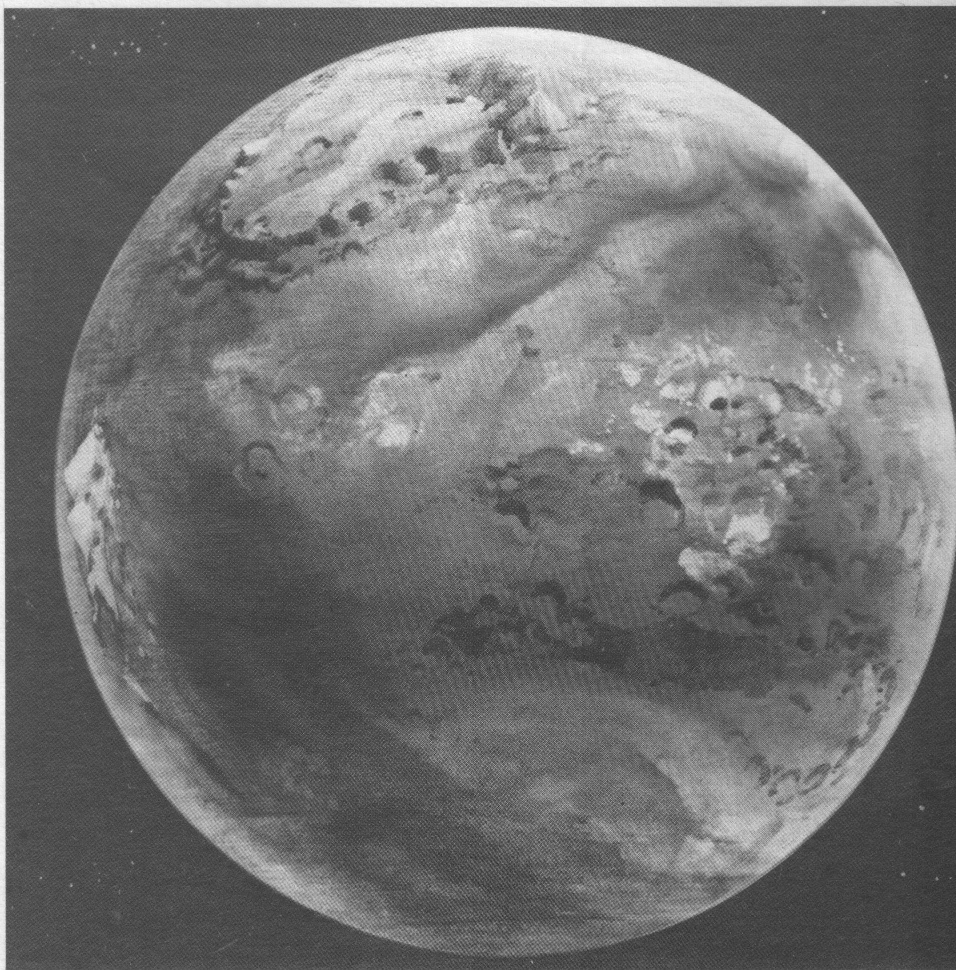
Het is wel duidelijk dat een mikro-organisme dat dit allemaal onder deze omstandigheden kan, niet kant en klaar op Aarde voorkomt. Er zal heel wat aan erfelijke eigenschappen gesleuteld moeten worden om er zo een te kweken. Als de mikro-organismen op dreef zijn, krijgen ze een beetje hulp. Zodra de Venustemperatuur onder het kookpunt van water komt, zullen er zeeën ontstaan. Die kunnen veel koolzuur opnemen. Met het verdwijnen van dat water en koolzuurgas is een flink stuk broeikaswerking weggenomen. Toch zal Venus zo nog niet bewoonbaar worden.

Trage aswenteling

Gesteld dat Venus dezelfde atmosfeer zou krijgen als de Aarde, dan nog zou het aan het oppervlak nergens koeler zijn dan +70 °C. Op een of andere manier zal de dampkring dan nog ijler gemaakt moeten worden. Dan lukt het om aan de polen +25 °C te halen, terwijl het aan de evenaar nog +75 °C is. De poolgebieden zijn nu bewoonbaar; er tussen in ligt een dorre barrière.

Het leven op Venus zal wel een vreemd ritme hebben. De aswenteling van de planeet is namelijk maar heel traag. Ook daar zit een verschil met Mars: op die planeet heeft de dag vrijwel dezelfde lengte als op Aarde, terwijl de verschillen in zonshoogte tussen zomer en winter ongeveer hetzelfde zijn en alleen het jaar tweemaal zo lang duurt. Op Venus echter is het 57 aardse dagen licht en vervolgens 57 aardse dagen donker. Om Venus sneller te laten draaien, zou de opvallende zonne-energie 40.000 jaar lang opgespaard moeten worden. De draaiing versnellen zou moeten gebeuren door steenbrokken die door het zonnestelsel bewegen, op Venus te laten inslaan. Uitvoerbaar is dat allemaal nog niet. De trage wisseling van dag en nacht en de grote temperatuurverschillen die daar het gevolg van zijn, moeten als onontkoombaar worden beschouwd. Aan de polen, waar het leven moet komen, valt het misschien nog wel mee; de Zon staat daar toch altijd laag. Voordat echter het lage zonlicht werkelijk twee vruchtbare kolonies rond de milde polen van Venus beschijnt, moet er nog heel wat gebeuren. ■

Eerste vereiste voor het toegankelijk maken van de planeet Venus voor levensvormen is het sterk doorzichtig maken van de dampkring. Daardoor neemt het broeikaseffekt sterk af en daalt de temperatuur. Hier is een impressie gegeven van een doorzichtige dampkring met luchtcirkulatiepatronen. Op de hoge bergtoppen en rond de polen zouden misschien ooit voor leven gunstige omstandigheden verkregen kunnen worden.



Zit er water in Ganymedes?

Dr. W. van Tend

Na het Voyager-onderzoek van de grote manen van Jupiter ontstond bij verscheidene onderzoekers het vermoeden dat de maan Ganymedes best wel eens voor het grootste deel uit vloeibaar water zou kunnen bestaan. De buitenste regionen van de maan zijn in ieder geval ijsvormig. Laboratoriumonderzoek aan ijs heeft nu aannemelijk gemaakt dat Ganymedes waarschijnlijk geen vloeibaar water (meer) bevat.

Gewoonlijk zien wij ijs ontstaan door afkoeling van water. IJs kan echter ook anders ontstaan. Wanneer water van een willekeurige temperatuur onder hoge druk komt te staan, vormt zich namelijk ook ijs. De watermolekulen in dergelijk ijs zijn wat anders gerangschikt dan in gewoon ijs. Bij verschillende drukken en temperaturen treden verschillende ordeningen van de molekulen op. De ijssoorten worden aangeduid met Romeinse cijfers. Gewoon ijs is ijs I. Als dit ijs bij bijvoorbeeld + 100 °C onder steeds hogere druk komt te staan, gaat het achtereenvolgens over in ijs II, ijs VI en ijs VIII. Ieder van deze ijssoorten heeft zo zijn eigen kenmerken. Een van die eigenschappen heeft te maken met de stroming ervan.

Stroming in ijs

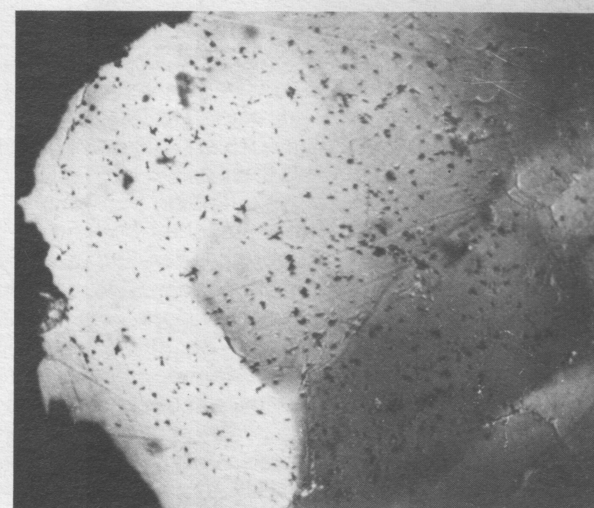
Water is een stof die gemakkelijk stroomt. Stroop vloeit veel moeilijker. De stroming van ijs is niet zo alledaags. Toch kan ijs stromen; dat doet het bijvoorbeeld in gletsjers. Bepaalde delen van de gletsjer glijden daarbij langs andere. De inwendige wrijving binnen de ijsmassa zorgt ervoor dat de beweging maar langzaam is. Voor ijs I is wel bekend hoe groot die inwendige wrijving is, en hoe het ijs dus zal stromen. Over de stroming van de verschillende soorten hoge druk ijs was tot voor kort maar heel weinig bekend. Toch is er een heel goede reden om daarover meer te willen weten. De geïnteresseerden moeten gezocht worden onder de planeetonderzoekers die zich bezig houden met de toestand in de manen van Jupiter en Saturnus.

IJs in Ganymedes

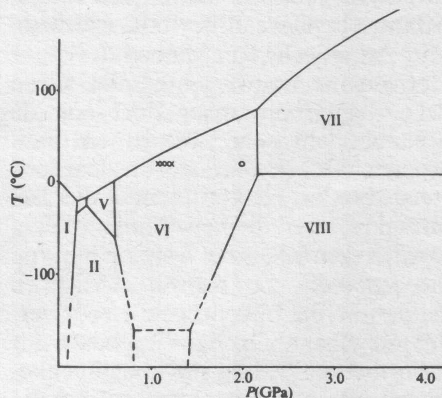
Hoge druk ijs komt bijvoorbeeld voor in het inwendige van de Jupitermaan Ganymedes. Het soortelijk gewicht van het steen-ijs mengsel van Ganymedes is wel ongeveer bekend. Daaruit kan het drukverloop in het inwendige worden afgeleid. Niet bekend is het temperatuurverloop. De warmtebron voor het inwendige is het natuurlijke verval van radioaktieve stoffen binnenin Ganymedes. Wordt de warmte gemakkelijk afgevoerd, dan blijft de temperatuur in het inwendige laag. Verloopt de afvoer moeizaam, dan kan het er vrij warm worden. In dat geval kan er een laag binnenin Ganymedes zijn, waar de druk niet al te hoog is en de temperatuur boven nul graden celsius: een inwendige zee.



Het oppervlak van Ganymedes verraadt aktiviteit van het inwendige. Die gebeurtenissen hebben waarschijnlijk in de "jeugd" van Ganymedes plaats gehad; nu is de maan een stijve ijsbol. Foto NASA ▷



Het brokje ijs VI dat door Franse onderzoekers werd gebruikt om stroming in deze vorm van ijs te bestuderen. De donkere vlekjes zijn de aluminiumsnippers. Door hun positie op opeenvolgende foto's te bepalen, kon men hun verplaatsing en daarmee beweging in het ijs vaststellen. Foto Dr. Jean-Paul Poirier, Institut de physique du globe de Paris ▷



IJs komt afhankelijk van temperatuur en druk in verschillen molekuulsorteringen voor. Het gewone ijs, dat we uit het dagelijkse leven kennen, is ijs I. In gletsjers en in de koude ijsvormige lichamen in ons zonnestelsel komt met name ijs VI voor. Vertikaal staat de temperatuur in graden celsius, horizontaal de druk in gigapascal (ofwel miljarden pascal; 1 atmosfeer is ongeveer gelijk aan 100.000 pascal). ▽

De vraag is dus hoe goed de warmteafvoer in Ganymedes is. Als het hoge druk ijs vrij gemakkelijk kan stromen, kan het op die manier ook veel warmte afvoeren. Een paar Franse onderzoekers zijn daarom gaan meten hoe goed dat soort ijs stroomt in het laboratorium.

Om ijs te maken onder een druk van 10.000 atmosfeer zijn grote krachten nodig. Omdat die krachten om technische redenen binnen de perken moeten blijven, werd het stukje ijs heel klein gehouden: 0,6 millimeter. In het ijs zaten snippertjes aluminium, die verplaatsingen in de ijsmassa konden verraden. Drukverschillen in het ijsbrokje zorgden voor een stroming die de onderzoekers door een mikroskoop konden volgen. Door op de snelheid van de aluminiumsnippertjes te letten, ontdekten ze dat het ijs VI veel gemakkelijker stroomde dan tot nu toe verondersteld was. IJs VI bewoog ongeveer even losjes als het gewone ijs I.

Dat betekent dat de stroming van het ijs VI in het inwendige van Ganymedes de warmte snel afvoert. Ganymedes is van binnen dus een stuk koeler dan tot nu toe werd gedacht. Nergens komt de temperatuur boven het vriespunt. Er is daarom geen inwendige zee. Dat wil niet zeggen dat die er nooit is geweest. Er zijn aanwijzingen dat het inwendige ooit helemaal opgesmolten is geweest (zie A&K 4/1982). Dat was echter een voorbijgaand verschijnsel. De energie ervoor kwam behalve uit radioaktiviteit wellicht uit inwendige instortingen en grondverschuivingen. Nu is Ganymedes een koude ijsbal die aan zijn oppervlak slechts sporen van een roerig ver verleden laat zien. ■

Schone energie in overvloed

Cees Laban

De aardwarmte op de Azoren

De Azoren, een eilandengroep op ruim 1400 kilometer ten westen van Portugal, zijn bij ons weinig bekend. Dat is niet terecht. Het klimaat is er zeer mild, de plantengroei overdadig, het landschap zeer afwisselend. De Azoren zwelgen bovendien in de energie, aardwarmte die op tal van plaatsen gewoon uit de bodem omhoog komt borrelen.

De Azoren zijn vermoedelijk al tussen 1317 en 1339 ontdekt. Dat is afgeleid uit Italiaanse en Catalaanse zeekaarten uit de veertiende eeuw. De eerste bewoners vestigden zich er ongeveer een eeuw later, het eerst op de twee meest oostelijk gelegen eilanden, Sao Miguel en Santa Maria. In totaal bestaan de Azoren uit twaalf eilanden, die in drie groepen bij elkaar liggen. De eerste groep wordt gevormd door de zojuist genoemde twee eilanden in het oosten en drie kleine onbewoonde eilanden, de Formigas. Meer naar het westen wordt de tweede groep gevormd door de eilanden Faial, Pico, Sao Jorge, Terceira en Graciosa. De derde groep, helemaal in het westen, bestaat uit de eilanden Flores en Corvo. De Azoren horen tot Portugal. Bij elkaar beslaan de negen bewoonde eilanden een oppervlak van 2335 vierkante kilometer. Er wonen circa 300.000 mensen op de eilanden.

Mid-Atlantische Rug

De vorming van de Azoren heeft geologisch gesproken niet zo lang geleden plaats gehad. Hun ontstaan hangt ten nauwste samen met een wereldomvattend geologisch gebeuren, namelijk de beweging van de kontinenten. Aan deze beweging ligt een ingewikkeld proces ten grondslag. Het bestaan hiervan is pas in de loop van de jaren zestig een beetje duidelijk geworden. Een letterlijk diepgaand onderzoek, zowel op het land als in de oceanen, heeft aangetoond dat de aardkorst is verdeeld in verschillende platen. Op de scheidingsvlakken tussen de platen in de oceaanbodem bevinden zich breuken. Hieruit vloeit magma naar buiten. Dat gebeurt naar twee kanten waardoor boven de breuken grote onderzeese gebergten zijn gevormd. Dat zijn de oceanische ruggen. Het onderzeese gebergte dat zich bijvoorbeeld in het midden van de Atlantische Oceaan bevindt, wordt de Mid-Atlantische Rug genoemd.

Het magma bouwt echter niet alleen deze ruggen op, maar doet ook de oceaanbodem naar twee kanten aangroeien. De oceaan wordt daardoor steeds breder. De kontinenten die deel uitmaken van de bewegende platen, worden daarbij als het ware op hun rug meegenomen. Zo drijven Afrika en Zuid-Amerika bijvoorbeeld steeds verder uit elkaar. Overigens gebeurt dat maar met een bedrag van hooguit enkele centimeters per jaar (meer informatie over de beweging van de kontinenten is te vinden in A&K 3/1980 en 4/1981). Zowel langs de breuken waar het magma naar buiten vloeit, als op plaatsen waar van elders wegdrijvende platen elkaar treffen en de een onder de andere wegduikt, komen vulkanen en aardbevingen voor.

Het dorpje Sete Cidades ligt in de krater van de gelijknamige vulkaan. Foto Pieter van der Klugt



Jonge eilanden

De Azoren zijn dankzij dit proces ontstaan. Stuk voor stuk zijn de eilanden gevormd door vulkanisme. Ze bestaan dan ook uit louter vulkanische gesteenten. Hoewel de Azoren vrijwel tegen de Mid-Atlantische Rug aanliggen, maken zij er geen deel van uit. Het vulkanisme dat voor hun vorming verantwoordelijk is geweest, hangt samen met de zogenaamde Gibraltar-Middellandse Zee seismische zone. Deze zone verloopt vrijwel oost-west en markeert de lijn waar de Afrikaanse plaat tegen de Euraziatische aanbotst. Dat dit proces nog steeds doorgaat, bewijst het recente optreden van vulkanische uitbarstingen op de Azoren. Sinds het begin van de 18e eeuw zijn vulkanen in werking getreden op achtereenvolgens Pico (1718-1720), Sao Jorge (1808), Sao Miguel (1811), Terceira (1867) en op Faial in 1957-1958. Voorts komen op veel van de eilanden geysers en hete bronnen (fumarolen) voor, net als op IJsland. De eilandengroep is vermoedelijk ontstaan tijdens het Tertiair. Het begin van hun vorming wordt geplaatst in het Paleoceen, dat 65 miljoen jaar geleden begon, en duurde voort tot in het begin van het Mioceen, ongeveer 30 miljoen jaar geleden.

Het Lagoa do Fogo (Vuurmeer) op Sao Miguel. De kraterrand reikt plaatselijk tot ongeveer 980 meter boven zeeniveau. Foto Pieter van der Klugt

Opheffing

Naast vulkanisme vinden ook kleine vertikale bewegingen plaats langs breuken in de ondergrond van de eilanden. Alleen op Santa Maria is een grote omhooggerichte beweging opgetreden. Daar liggen op 400 meter boven de zeespiegel zee-afzettingen met de resten van tal van fossiele zeedieren. Elders zijn dergelijke afzettingen plaatselijk ook aanwezig, maar dan niet hoger dan op cirka 1,5 meter boven de zeespiegel. Rijk aan nuttige mineralen zijn de eilanden niet. In de vulkanische gesteenten komen weinig bruikbare mineralen voor. Wel worden de lavagesteenten gebruikt voor de bouw van huizen en van muurtjes rond de weilanden. Plaatselijk wordt klei gewonnen voor steen- en pottebakkerijen.

Bonte vegetatie

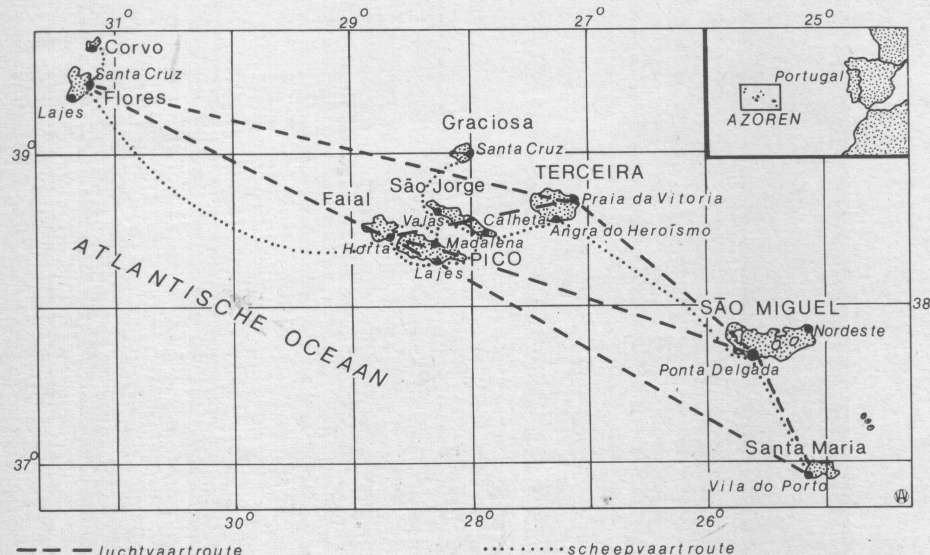
Het klimaat is er, zoals al gezegd, mild. Dat hebben de eilanden te danken aan de Noord-Atlantische Golfstroom. Deze zorgt ervoor dat het klimaat in de zomer nooit te heet is en in de winter niet te koud. De temperatuur van het oceaanwater dat de eilanden omspoelt, varieert van 17 tot 24 graden celsius. Op het land zakt het kwik in de winter daardoor nooit beneden de 13 graden C en stijgt het in de zomer niet boven de cirka 23 graden C. De neerslag bedraagt

De Sete Cidades op Sao Miguel. In de krater liggen twee meren, het Lagoa Verde (links) en het Lagoa Azul (rechts). Op de achtergrond zijn twee vulkaantjes te zien die in de hoofdkrater zijn ontstaan. Foto Pieter van der Klugt

jaarlijks 952 mm en dat is rond dertig procent meer dan bij ons. Dankzij het milde klimaat zijn de Azoren rijk aan een extreme flora. Hoewel de plantenwereld van oorsprong een Europees karakter heeft, komt men er tal van planten en bomen uit alle windstreken tegen. De aanwezigheid daarvan hebben de eilanden aan hun centrale ligging in de Atlantische Oceaan te danken. Eeuwenlang vormden de havens een belangrijk station voor schepen die er vanuit zowel de West als de Oost binnenliepen. Door het achterlaten van allerlei zaden en vruchten is de vegetatie verrijkt met uitheemse soorten. Het heeft echter nog tot in de negentiende eeuw geduurd voordat er hoog opgroeiende bomen verschenen. Nu hebben de vulkaanhellingen plaatselijk soms veel weg van een tropisch regenwoud. In de bontgeschakeerde vegetatie wisselen Afrikaanse palmen, olmen, eiken, Australische eucalyptusbomen, kastanjes en Europese populieren om er maar enkele te noemen, elkaar af. Van de planten en struiken vallen de hibiscus, azalea, hortensia, yucca, agave, palmvaren en aronskelk het meest op. Ten behoeve van de tuinbouw worden ondermeer thee, ananas, tabak, sinaasappels, bananen, citroenen, appels, druiven, vijgen en abrikozen geteeld.


Drie adventiefkraters op de westhelling van de Sete Cidades. Tijdens de uitbarstingen van deze vulkaan is het hete magma niet alleen via de hoofdkrater naar buiten gestroomd, maar heeft het ook een kortere weg gezocht via de helling. Dergelijke kraters worden ook wel parasitaire kraters genoemd. Foto Pieter van der Klugt

De eilanden van de Azoren liggen op twee uur vliegen van Lissabon. Onderling zijn ze verbonden door scheeps- en luchtvaartroutes. Tekening Ad Walkeuter



Rode patrijs

Totdat de mens op de eilanden verscheen, was het enige oorspronkelijke zoogdier dat er voorkwam, de vleermuis. Ook reptielen en amfibieën ontbraken. Nu komen er konijnen, wezels, bruine en zwarte ratten, muizen en katten voor. Vogels waren er natuurlijk wel volop. De naam Azoren betekent zelfs havik. Voor de jacht zijn er in de zestiende eeuw al rode patrijzen, kwartels en snippen ingevoerd.


In de hoofdkrater van de Sete Cidades wordt overal landbouw bedreven. Elk stukje land dat niet door de bewoners wordt benut, is begroeid met een weelderige wilde vegetatie. Foto Pieter van der Klugt

De ezels die in het gebied van de Middellandse Zee zo populair zijn, zal men er niet tegenkomen. Wel zijn er paarden, en koeien met grote bellen om de hals, net als in de Alpen, die op de vulkaanhellingen grazen. De landbouwmethoden zijn nog vrij primitief. Traktoren bijvoorbeeld worden maar heel beperkt gebruikt. Soms komt men prachtige houten karren tegen, met massief houten wielen en een rieten ombouw. Deze wagens worden door één of twee ossen getrokken.

Het eiland Pico is nog steeds een basis voor walvisjacht. Dat gebeurt met zeer oude methoden. Vanaf kleine houten schepen worden de walvissen die in de buurt van het eiland komen, geharpoeneerd op een manier die voor de vissers gevaarlijk is. De gedode walvissen worden naar het eiland gesleept. Jaarlijks worden echter niet meer dan ongeveer 200 dieren gevangen.

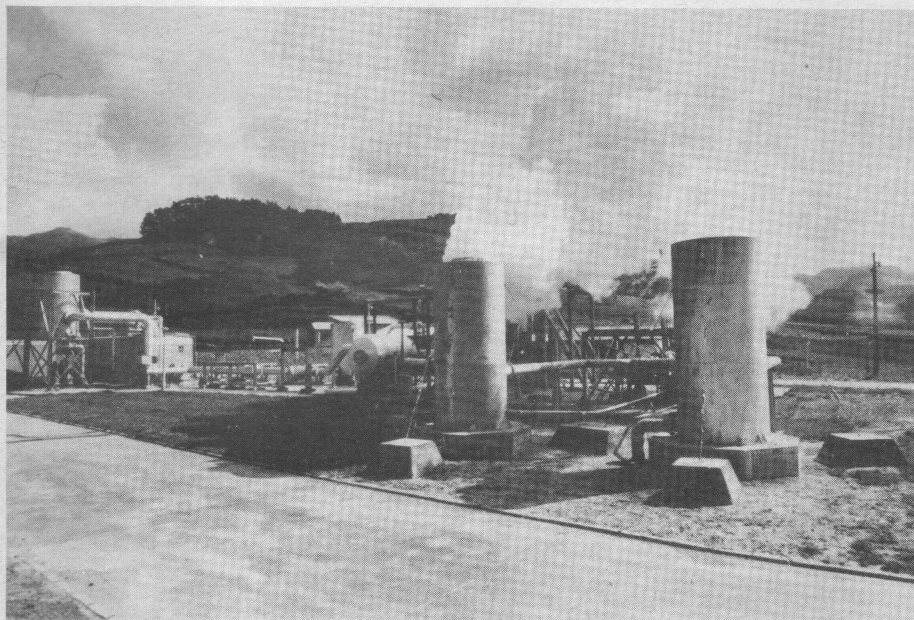
Hete bronnen

Het grootste eiland, Sao Miguel, bezit een aantal grote vulkanen. Dit eiland, dat ook wel Ilha Verde (Groen Eiland) wordt genoemd, is 62 kilometer lang, 16 km breed en 747 km^2 groot. Van oost

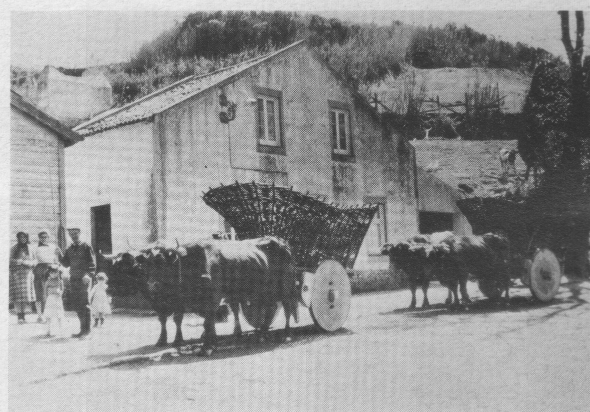
naar west komen we een hele rij stratovulkanen tegen, met hoogten van soms ruim 900 meter. Plaatselijk liggen in de kraters prachtige meren. Bij het dorpje Furnas in het oosten ligt het kratermeer Lagoa das Furnas. In het dorp zelf zijn 22 hete bronnen te vinden. Van grote afstand komt de vrijkomende zwaveldamp de bezoeker al tegemoet. Rond sommige bronnen wordt gele zwavel afgezet, terwijl andere bronnen alleen maar ijzerhoudend water naar boven brengen. Bovendien zijn er bronnen waaruit pure modder opborrelt. De temperatuur van het water is hoog, soms ver boven 100 graden C. Het bestaan van dergelijke bronnen is te danken aan het voorkomen van heet magma in de ondergrond. Het toestromende grondwater wordt hierdoor verhit en zoekt een uitweg naar boven. Van het hete water wordt (nog) geen gebruik gemaakt; het loopt weg in een van de vele riviertjes die van de vulkaanhelling afstromen.

Vuurmeer

Op het midden van het eiland ligt een indrukwekkende vulkaan met het kratermeer Lagoa do Fogo (Vuurmeer). De hellingen van deze vulkaan zijn van boven begroeid met heide en veenmos. Plaatselijk zijn er zelfs tot een meter dikke lagen hellingveen ontstaan. Vanaf de kraterrand kan bij mooi helder weer een groot deel van het eiland worden overzien. Bij een uitbarsting van deze vulkaan in 1522 werd het stadje Vila Franca aan de zuidelijke voet van de berg volledig onder lava bedolven. Tenslotte ligt aan de westpunt van het eiland de vulkaan Sete Cidades. In de krater hiervan, die een middellijn heeft van 12 kilometer, liggen twee prachtige

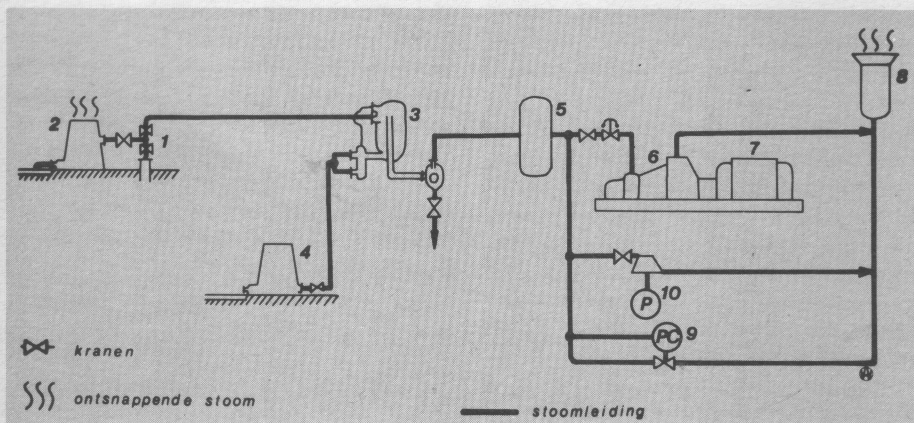


De Azoren behoren sinds 1980 tot de meer dan 50 landen die via geothermische energie in hun elektriciteitsbehoefte willen gaan voorzien. Deze installatie staat bij Ribeira Grande op Sao Miguel. Met deze centrale wordt geëxperimenteerd door het Secretaria Regional do Comercio e Industria. Foto Pieter van der Klugt



Fraaie ossenkarren met een rieten ombouw kan men op de eilanden tegenkomen. De populaire ezels uit het gebied van de Middellandse Zee zal men er tevergeefs zoeken. Foto Pieter van der Klugt

Een schematische weergave van de geothermische installatie bij Ribeira Grande op Sao Miguel. Bij (1) spuit het hete water met een druk van 14 kg/cm^2 en een temperatuur van 195° C omhoog. De diameter van de pijp is 17,5 cm. Indien de centrale buiten gebruik is, wordt de hete stoom via de geluiddemper (2) afgevoerd. Het hete water verdwijnt langs de pijp onderin. Wanneer de centrale in bedrijf is, worden via (3) stoom en water gescheiden. Het water wordt via (4) afgevoerd. Vervolgens gaat de stoom langs een kontroleklep (tussen 4 en 5) naar een nevelafscheider (5). Hier wordt het laatste water afgescheiden. De hete stoom wordt nu naar de turbine gevoerd (6). De temperatuur bedraagt dan nog ongeveer 160° en de druk 6 kg/cm^2. De turbine drijft de generator (7) aan. Deze levert maximaal 3,75 kW elektrisch vermogen. Via de geluiddemper (8) wordt de stoom daarna afgevoerd. Bij (9) zit een drukkontroleklep en (10) is een hulp-oliepomp. De elektrische stroom wordt opgetransformeerd naar 13.000 volt en naar de stad getransporteerd. Tekening Ad Walkeuter



meren en een dorpje. Het water van het zuidelijke meer, het Lagoa Verde, is groen gekleurd en dat van het noordelijke meer, Lagoa Azul, blauw. In de krater liggen bovendien nog enkele prachtige kleine stratovulkaantjes. Op de hellingen aan de oceaankant is nog een aantal adventiefkraters aanwezig (zie voor meer informatie over vulkanen A&K 3/1982).

Energie uit de diepte

Bij het stadje Ribeira Grande, ten noorden van het Lagoa do Fogo, is in september 1980 een interessant projekt van start gegaan. Hier wordt door middel van heet water uit de bodem energie opgewekt. Op twee plaatsen zijn boringen uitgevoerd, één tot 800 meter en één tot 1500 meter diepte. Via een 17,5 cm pijp spuit het hete water met een kracht van 14 kg per cm^2 naar boven. De temperatuur van het water bedraagt 195 graden C. Met een pijpleiding wordt de hete stoom langs waterseperatoren naar een stoomturbine gevoerd. Daar aangekomen is de druk inmiddels verlaagd tot 6 kg/cm^2 en de stoomtemperatuur tot 160 graden C. Door de turbine wordt een generator aangedreven die maximaal 3,75 megawatt elektrische stroom kan leveren. Tijdens de proefperiode le-



Een van de vele heetwaterbronnen bij Furnas op Sao Miguel. Het hete water stroomt, ongebruikt, even verder in een van de riviertjes die van de vulkaanhelling naar zee stromen. Foto dr. R.T.E.Schüttenhelm



Overal op de eilanden zijn bij weginsnijdingen dikke paketten van lava en vulkanische as te zien. Foto Pieter van der Klugt.

Een van de grotere heetwaterbronnen bij Furnas op Sao Miguel. Rond de bron is afzetting van zwavel zichtbaar. De hete stoom brengt de zwaveldamp ook in de lucht. Foto drs. Chris Mesdag



vert de centrale maar 400 kilowatt. De opgewekte stroom wordt via een transformator omgewerkt naar 13.000 volt en daarna via hoogspanningsleidingen naar de stad vervoerd. Aan het projekt wordt gewerkt door deskundigen uit Japan, Nieuw Zeeland en de VS. Deze manier van energiewinning, waarbij geothermische energie wordt gebruikt, is schoon. Het hete water dat vrijkomt, wil men bovendien voor industrieën gaan gebruiken. De bedrijven moeten echter nog naar de omgeving van de centrale worden gelokt.
De totale behoefte aan elektriciteit bedraagt op Sao Miguel momenteel cirka 15 megawatt. Er moeten om het eiland op deze manier helemaal van energie te voorzien, dus nog vier van dergelijke centrales bij komen. Op den duur wil men op alle eilanden van dergelijke centrales gaan bouwen. Een goedkoop en vooral schoon alternatief voor olie en gas.

Alleen per vliegtuig

Mensen die het hier beschrevene eens met eigen ogen willen gaan bekijken, geven we een paar tips. De Azoren zijn alleen per vliegtuig te bereiken. Er zijn dagelijkse vluchten van Lissabon naar de eilanden Sao Miguel en Terceira. De meeste eilanden zijn onderling zowel per vliegtuig als per schip met elkaar verbonden. Op de eilanden zelf zijn meestal busverbindingen, maar de taxi is er niet duur. Ook kan men er een auto huren. Voor de (amateur) geologen en vogel- en plantenliefhebbers valt heel wat te beleven op deze eilanden. Maar ook om er alleen rust te vinden zijn de Azoren meer dan de moeite waard.

Doodsverachting?

In het artikel hierboven viel te lezen dat in de krater van de vulkaan de Sete Cicades een dorpje ligt en dat er landbouw wordt bedreven op de -vruchtbare- vulkanische grond. De vraag zal rijzen of daar te wonen niet vreselijk gevaarlijk is. Dat is een beetje vergelijkbaar met wanneer buitenlanders aan Rotterdammers vragen of het niet vreselijk gevaarlijk is zo ver onder zeeniveau te wonen. Een ramp is altijd mogelijk; het gaat alleen maar om de waarschijnlijkheid van zo'n ramp en het (onbewust) aanvaarden van het risiko. De Sete Cicades is sinds historische tijden niet meer uitgebarsten. Ook gedraagt hij zich rustig. Er is daarom weinig reden aan te nemen dat de vulkaan plotseling zal uitbarsten. Hij kan altijd weer tot leven komen en zolang we van wat zich diep in de Aarde afspeelt, nog betrekkelijk weinig weten, valt het gedrag van een vulkaan nauwelijks te voorspellen. Als er echter instrumenten zijn om voortekenen te registreren, zal een uitbarsting niet volkomen als een verrassing komen.

Energieprojekt op Sardinië

GJ van Lonkhuyzen

Op het Italiaanse eiland Sardinië zullen in het vroege najaar tien windmolens worden geplaats, die ieder goed zijn voor 50 kilowatt. Veel is dat niet, maar voor Sardinië betekent een energiepark van deze omvang toch al aardig wat. De windgeneratoren worden gebouwd door Fiat.

Fiat is als industrie vooral bekend om de auto's en daarna ook nog om wat men doet in de vliegtuigindustrie. Vooral dankzij die luchtvaartaktiviteiten kreeg Fiat het kontrakt voor de windmolens. Men heeft bij Fiat een goed wetenschappelijk onderzoekscentrum en vooral grote ervaring in tandwielkasten en turbinebladen. Toch zijn het niet die aspekten die de windmolens interessant maken. De turbinebladen van de molens komen zelfs niet eens uit Italië, maar uit Denemarken. En de tandwielkasten zijn, zeker voor een vliegtuig- en auto-industrie, eigenlijk te eenvoudig.

Ideeën

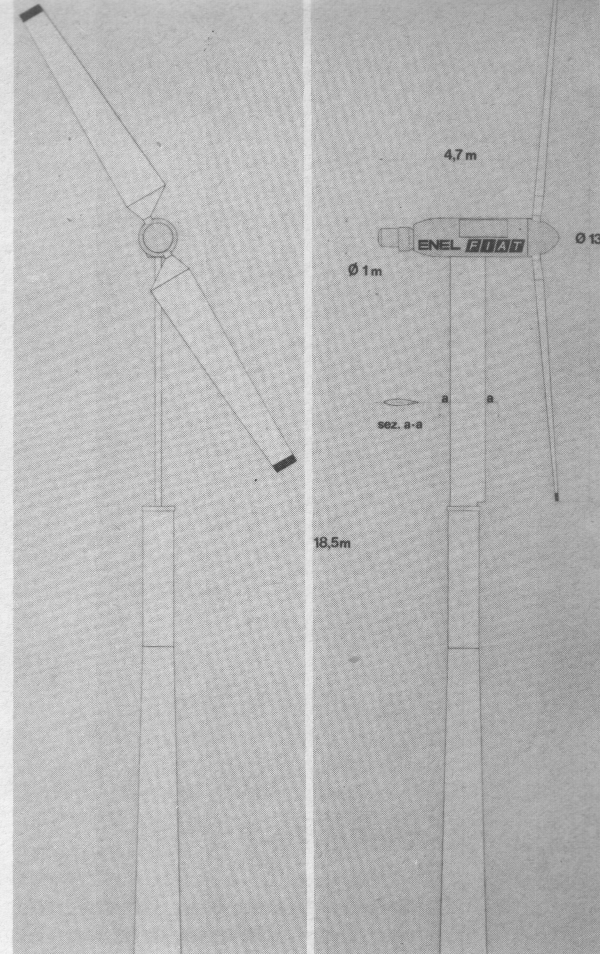
Twee opvallende ideeën zijn in de molens verwerkt, hoewel niet in alle molens omdat het projekt experimenteel is en men vergelijkingsmateriaal wil vergaren. De molens zijn niet erg groot. Ze hebben een wiekdoorsnede van 13,5 meter en produceren zoals gezegd, maar 50 kW per stuk. Ze worden geplaatst op betrekkelijk eenvoudige torens. Het zijn zogeheten "down wind" generatoren; de wieken zijn ten opzichte van de wind achter de toren bevestigd. De wieken bewegen dus achter het bovenste deel (zo'n 7 meter) van de toren langs en daarom heeft men dat bovenstuk de vorm van een symmetrisch vleugelprofiel gegeven. Dat moet voorkomen dat de onderlangs draaiende wiek teveel last krijgt van wegvallende winddruk als gevolg van de werveling die ontstaat door een gewoon rond gebouwde toren.

Een tweede idee dat in het energiepark is verwerkt, betreft het gebruik van parachutes. In de besprekingen tussen Fiat en de Deense molenbouwers werd het veiligheidsaspekt niet bevredigend opgelost. Als een wiekblad afbreekt, kan dat grote schade aanrichten. Omdat bovendien Sardinië wat afgelegen ligt, is het heel goed denkbaar dat de inspekties van de molens wel eens in het slop raken, waardoor het gevaar voor breuk toeneemt. De Denen kwamen toen op het idee om in de tip van elke wiek een parachute aan te brengen. Die zou bij breuk los moeten schieten, maar ook bij doldraaien. In beide gevallen zou de parachute een remfunktie hebben.

Technici van Fiat hebben dat idee gewijzigd en de parachutes bij de wortels van de wieken aangebracht. Het voordeel daarvan is, volgens Fiat, dat de parachute onherroepelijk loskomt als de wiek afbreekt. Dat is heel belangrijk, terwijl het gebruiken van de parachute als rem tegen het doldraaien niet zo belangrijk is. In de eerste plaats worden de wieken namelijk met een veiligheidsmarge van 500 procent gemaakt en verder zijn ze voorzien van een reeks voorzieningen voor een noodstop. De wiek bij de wortel van een valscherm voorzien heeft ook nog het voordeel dat bij breuk de parachute zit op dat deel dat de snelste zwaai gaat maken; de wegvliegende wiek zal altijd de zware wortel naar voren draaien. Op dat punt met de remkracht werken zal daarom het snelst effektief zijn.

Vanwege de vleugelvorm die het bovenste deel van de toren kreeg, zit het kruimechanisme niet tussen gondel en toren, maar op het punt waar de ronde toren overgaat in de vleugelvormige.

■



Een van de tien windmolens die een plaats krijgen op Sardinië. De wiekdoorsnede is 13,5 meter, de diameter van de gondel bedraagt 1 meter. ENEL is de naam van de Italiaanse dienst die verantwoordelijk is voor de nationale energievoorziening.





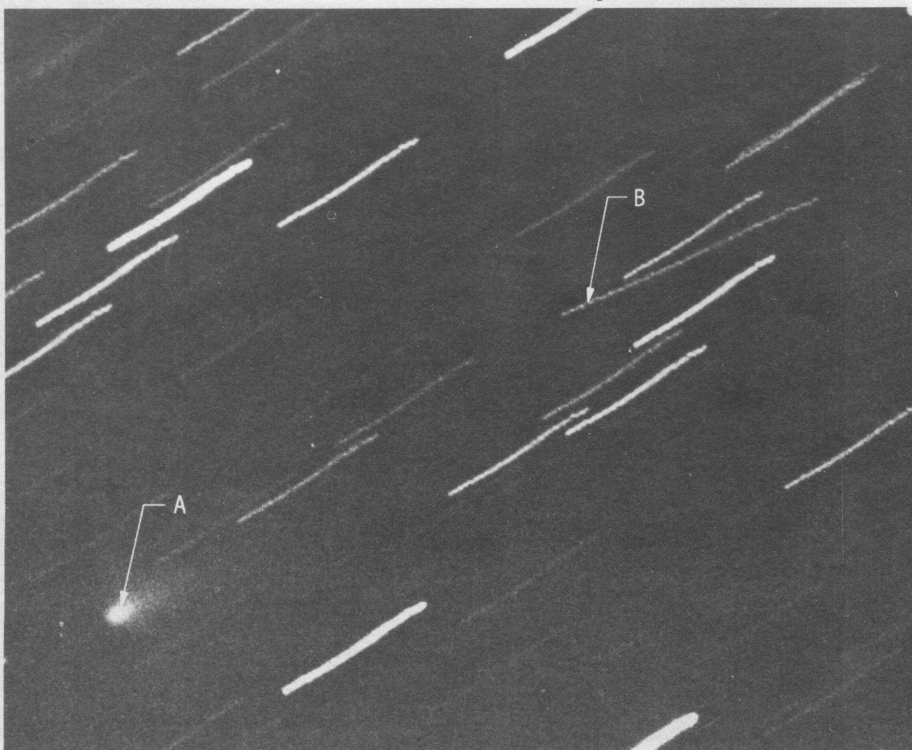
Unieke zonnevlek

Zonder weerga noemden ervaren zonnewaarnemers de zonnevlek die op 19 februari van dit jaar zichtbaar werd. De vlek vertoonde een spiraalvorm die opmerkelijk veel aan die van sommige melkwegstelsels deed denken. Twee dagen later was die vorm verdwenen, al bleef de vlek nog enige tijd bestaan. De zonnevlek had een doorsnede van ongeveer 80.000 kilometer, bijna zes keer de middellijn van de Aarde! Ondanks zijn bijzondere vorm en afmeting gedroeg hij zich heel rustig. Zonne-astronomen hadden verwacht dat hij aanleiding zou geven tot gevaarlijke zonnevlammen, maar er gebeurde niets.

Foto Kitt Peak National Observatory

Nieuwe planetoïde ontdekt

De planetoïde 1982 DB verraadde zich door het spoor B op deze foto, die een deelvergroting van de oorspronkelijke opname is. Links, bij A, is één kern van de komeet du Toit-Hartley te zien. De andere kern zit rechts buiten de opname. Foto JPL



Een waarnemingsprogramma voor de komeet du Toit-Hartley heeft geleid tot de ontdekking van een planetoïde, die de voorlopige aanduiding 1982 DB gekregen heeft. Komeet en planetoïde zijn allebei zeer interessante objekten.
De komeet was 45 jaar geleden voor het laatst gezien. Bij zijn huidige wederverschijning bleek de kern in twee stukken uit elkaar gevallen te zijn. Planeetonderzoekster Eleanor Helin, werkzaam bij het Jet Propulsion Laboratory, maakte in de nacht van 27 op 28 februari van dit jaar een foto van de hemelstreek waar de gespleten komeet zich ophield. De beide kernen waren maar een graad van elkaar verwijderd. Daar tussenin bleek op de foto een spoor te zitten dat afkomstig was van een tot dan toe onbekende planetoïde. Baanalyses wezen uit dat het objekt, 1982 DB, tot de groep van de Apollo-planetoïden hoort. Daarvan zijn er nu 34 bekend en een gemeenschappelijke eigenschap is dat ze de baan van de Aarde kruisen.

Doel voor ruimtereis

Het geval 1982 DB blijkt bijzonder interessant. De planetoïde passeerde in januari van dit jaar de Aarde op een afstand van 4,6 miljoen kilometer en dat is naar de maatstaven van het zonnestelsel heel dichtbij. Zijn baan ligt vrijwel in het vlak van de ekliptika, waarin de Aarde haar rondjes om de Zon maakt. Nu is men bij het JPL aan het studeren op mogelijke toekomstige vluchten met een goedkoop type ruimtesonde (met name de Mariner Mark 2). Eén mogelijk reisdoel is een planetoïde. De leden van de Apollogroep zijn in dat verband zonder meer al aantrekkelijk omdat ze betrekkelijk dicht bij de Aarde komen, en 1982 DB blijkt helemaal interessant te zijn. Daarom zijn de afgelopen maanden sterrenwachten in Arizona en op Hawaii ingeschakeld om meer aan de weet te komen over afmeting, samenstelling en omwentelingstijd van 1982 DB. Naar schatting meet hij enkele kilometers in doorsnede.
Door zijn gunstige baaneigenschappen is 1982 DB bovenaan de lijst van planetoïden gekomen die geschikt zijn voor een ontmoetingsvlucht en voor een poging een bodemmonster te halen en naar de Aarde te brengen. Tot nog toe achtte men de planetoïde Anteros voor een dergelijke vlucht het meest geschikte doel. Zoals al in A&K 1/1982 beschreven, herbergen planetoïden waarschijnlijk grote hoeveelheden voor ons interessante minerale grondstoffen. Vandaar dat verkenningsvluchten naar planetoïden duidelijk in de belangstelling staan.

Nieuwe planetoïde-inslag ontdekt

In grote delen van het zuiden van de Verenigde Staten, in Midden-Amerika en het aangrenzende zeegebied en de daarin liggende eilanden komen tektieten voor die ruim 34 miljoen jaar oud zijn. Tektieten zijn brokken materiaal die aan de buitenkant kennelijk gesmolten zijn geweest en die men associeert met meteorietinslagen. Er zijn ook mikrotektieten, millimeter grote brokjes, uit de bovengenoemde gebieden bekend en die zijn van vergelijkbare ouderdom (34,6 miljoen jaar, maar met een dateringsonzekerheid van 4,2 miljoen jaar). Van rond 34 miljoen jaar geleden dateert ook het uitsterven van vijf hoofdsoorten radiolaria, mikroskopische zeediertjes, die toen meer dan 70% van het totaal van deze organismen uitmaakten. Ook op het land stierven toen soorten uit en trokken vooral bosplanten naar andere plekken op Aarde. Dat gebeurde 38 miljoen jaar geleden (hoe groot de fout in die bepaling is, is niet bekend) en lijkt het gevolg van een klimaatverandering. Misschien is er wel verband tussen al deze dingen en dat zou dan bestaan uit een grote meteorietinslag.

Enkele van de onderzoekers die zich met de planetoïde-inslag op de grens van Krijt en Tertiair, zo'n 65 miljoen jaar geleden, bezig houden (zie A&K 1/1981), hebben in *Science* van 21 mei van dit jaar twee artikelen gepubliceerd waarin verslag gedaan wordt van onderzoek aan twee zeebodemmonsters uit de Caraïbische Zee. Beide monsters zijn al enige tijd geleden in het kader van boorprogramma's voor de diepzee vergaard en zijn toen ook al bekeken.

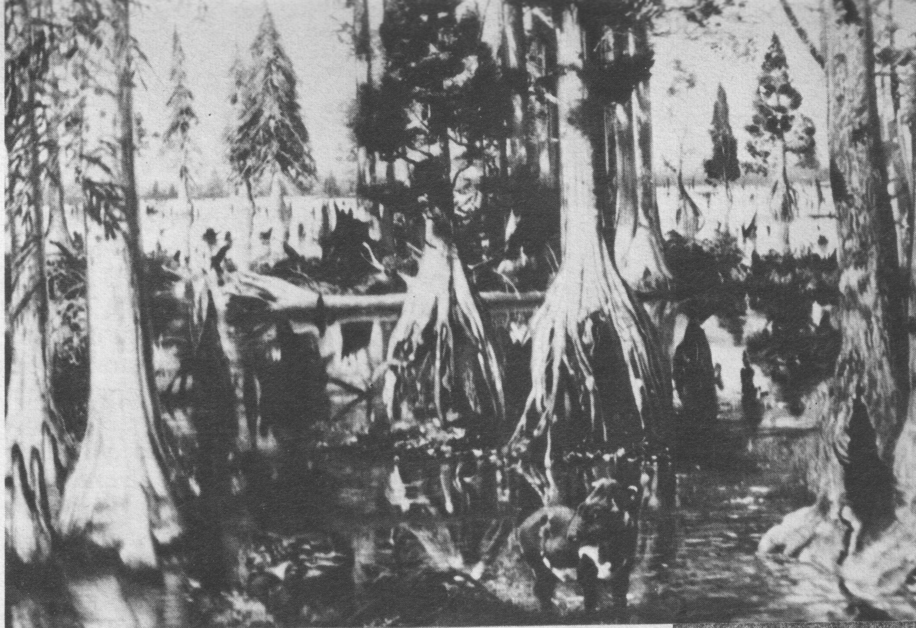
De onderzoekers hebben ze nu opnieuw geanalyseerd en vooral gekeken naar het voorkomen van zware elementen en met name het gehalte aan iridium, dat immers de inslag van 65 miljoen jaar geleden op het spoor hielp komen. In de monsters blijkt op het niveau van rond 34 miljoen jaar geleden inderdaad abnormaal veel iridium voor te komen. Tegelijk blijkt ook veel nikkel en kobalt aanwezig en dat versterkt de aanwijzing dat het iridium van buitenaardse oorsprong is. Eén van de onderzoekers, R. Ganapathy, schat het ingeslagen objekt, dat in zijn samenstelling op chondritische meteoriet geleken moet hebben, op minstens 50 miljard ton zwaar en minimaal 3 kilometer in doorsnede. Daarmee mag het een planetoïde genoemd worden.

Overigens blijkt het iridium zo'n dertig centimeter dieper in de monsters voor te komen dan de mikrotektieten. Dat kan een kwestie van verschil in dichtheid of sedimentatiesnelheid zijn of te maken hebben met omwerking van de bodem door toenmalige levensvormen. De onderzoekers vinden dit verschil, dat strikt genomen ook verschil in ouderdom zou betekenen, niet problematisch.

Onderzoek aan de mikrotektieten heeft aangetoond dat ze voornamelijk uit meteorietmateriaal bestaan. Dat bevestigt de opvatting dat tektieten produkten zijn die bij de inslag van het primaire objekt in gesmolten vorm weer worden weggeslingerd en vervolgens naar de Aarde terugvallen. Het kunnen vrijwel zuivere brokken van het inslaande objekt zijn, of mengelingen van aards bodemmateriaal en brokken van de meteoriet. Iets dergelijks is ook bekend van tektietenvondsten elders op de wereld (zie A&K 2/1979), die men allemaal aan een bekende inslagkrater op het aardoppervlak heeft kunnen koppelen. Voor de Amerikaanse tektieten was dat tot nog toe niet gelukt. De uitkomsten van het onderzoek aan de mikrotektieten ondergraaft de theorie van O'Keefe (zie A&K 11/1980) dat de Amerikaanse tektieten oorspronkelijk een ring om de Aarde gevormd zouden hebben, waardoor als gevolg van de schaduw van die ring, het klimaat veranderd was.

Of er verband bestaat tussen de inslag en veranderingen in het leven op het land, durven de onderzoekers niet te zeggen. Hoewel niet alle ouderdomsbepalingen even nauwkeurig zijn en de dateringen elkaar kunnen overlappen, vinden de onderzoekers dat eerst meer onderzoek gedaan moet worden naar het preciese tijdstip waarop het uitsterven van soorten en veranderingen in het landleven optraden.

In één van de artikelen komen Walter Alvarez en medewerkers terug op een artikel dat ze verleden jaar in Science schreven. Daarin meldden ze een fossielvondst uit een landafzetting, waarin de iridiumlaag ruim boven het niveau lag waarin de laatste reuzenreptielresten gevonden werden. Dat zette de theorie over het uitsterven van de dinosaurussen helemaal op zijn kop. Alvarez c.s. melden nu dat er een fout in het spel was. Het betreffende sedimentmonster was aangeraakt door een onderzoeker die een platina ring om had. Die ring bevatte 10% iridium. Bij de iridiumbepalingen gaat het om zulke minieme hoeveelheden van dat element dat een aanraking met de genoemde ring van twee sekonden al genoeg was om het monster zodanig met iridium te besmetten, dat het analyse-apparaat een hoge uitkomst gaf. Deze korrektie is voor de paleontologen misschien niet zo plezierig (zie A&K 5/1982), maar zorgt anderzijds toch ook nog niet voor een sluitende theorie. Er blijft daarom werk aan de winkel.



Een bruinkooloerwoud zoals dat tussen 50 en 30 miljoen jaar geleden op tal van plaatsen op Aarde voorkwam. Rond 34 miljoen jaar geleden begon het klimaat op hogere breedten koeler te worden, landplanten verhuisden, soorten verdwenen en in zee stierven heel wat organismen uit. Heeft deze gebeurtenis iets te maken met een planetoïde-inslag van ruim 34 miljoen jaar geleden? Illustratie Z.Burian

Helderste gammabron blijkt pulsar

Astronomen van het Jet Propulsion Laboratory van de NASA in Californië hebben met twee spiegels die voor onderzoek naar zonne-energie zijn bedoeld, ontdekt dat de röntgenbron Cygnus X-3 waarschijnlijk een supersnel pulserende neutronenster is. De spiegels die 11 meter in diameter zijn, een brandpuntafstand van 6 meter hebben, bijzonder goed reflekterend zijn en in de schone woestijnlucht van de luchtmachtbasis Edwards staan, maken langs indirekte weg waarneming van gammastraling mogelijk. Metingen van gammastraling van Cygnus X-3 maken het aannemelijk dat deze bron een pulsar herbergt.

Voor het begrijpen van de waarnemingen moeten we even in de natuurkunde duiken. Het sleutelwoord is Cerenkovstraling. Dat is zichtbare straling die ontstaat wanneer een geladen deeltje in een slecht geleidend medium (bijvoorbeeld lucht) beweegt met een snelheid die groter is dan de lichtsnelheid in dat medium. In lucht heerst een iets lagere lichtsnelheid dan in vakuüm. Wanneer nu fotonen ("lichtdeeltjes") met de lichtsnelheid uit het vakuüm van de ruimte onze dampkring binnenkomen, kunnen ze iets sneller bewegen dan de lichtsnelheid in lucht. De bron Cygnus X-3 blijkt hoogenergetische gammastraling en dus ook zeer energierijke fotonen uit te zenden. Wanneer die fotonen de dampkring binnentreden, ontstaat een regen van sekundaire elektronen, positronen (de antideeltjes van elektronen) en gammafotonen met een lagere energie. Bij een voldoende hoge energie van de oorspronkelijke gammafotonen, krijgen de elektronen en positronen, die dus geladen deeltjes zijn, een snelheid die vrijwel gelijk is aan de lichtsnelheid waarmee de oorspronkelijke gammafotonen aan kwamen en daarmee een snelheid die net iets hoger is dan de lichtsnelheid in lucht. Het resultaat is een "flits" zichtbare Cerenkovstraling die maar een paar miljardsten van een sekonde duurt. De flits Cerenkovstraling plant zich voort als een vrijwel vlak front en bereikt het aardoppervlak lang nadat de regen van sekundaire deeltjes in de dichtere lagen van de

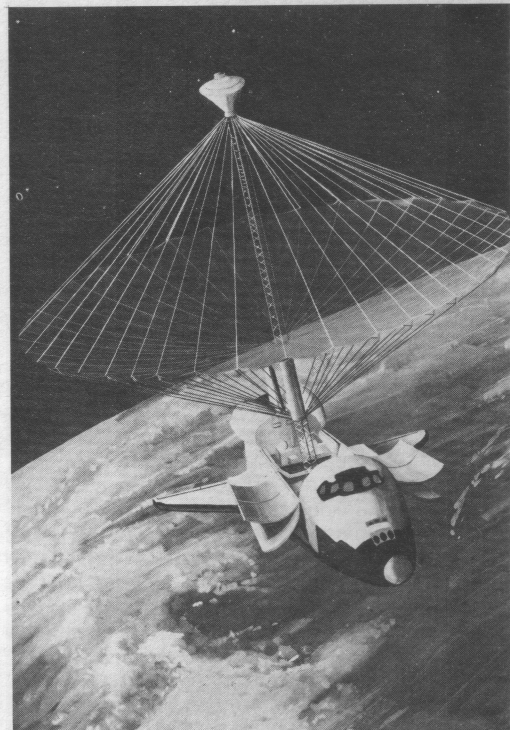
dampkring is geabsorbeerd. De flits kan met een fotomultiplikatorbuis in het brandpunt van de JPL-spiegels opgemerkt worden. Omdat er bovendien twee spiegels zijn die zo'n dertig meter uit elkaar staan, kan nagegaan worden of de geregistreerde flitsen een werkelijk optredend effekt zijn.
Cygnus X-3 blijkt gammastraling met een energie van meer dan 100 miljard elektronvolt uit te zenden en daarmee de helderste gammabron aan de hemel te zijn. De manier waarop die gammastraling wordt uitgezonden, doet denken aan het gedrag van pulsars. Dat zijn heel kompakte objekten (neutronensterren) die na het sterven van zware sterren overblijven en die met grote snelheid om hun as wentelen. Daarbij wordt een bundel intensieve straing opgewekt die door de snelle rotatie van de ster als een soort vuurtoren het heelal in wordt gezonden. Wij merken een dergelijk objekt op doordat zijn straling met korte tussenpozen, in de orde van sekonden tot delen van sekonden, een scherpe piek vertoont. Een dergelijk objekt is pulsar gedoopt.
Cygnus X-3 zendt naar verhouding een groot deel van zijn energie als röntgenstraling uit, maar vertoont op die golflengten geen stralingsvariaties met een korte periode. Wel bezit hij een stralingsvariatie met een periode van 4,8 uur, maar die schrijft men toe aan het bestaan van een komponent die samen met Cygnus X-3 een dubbel stelsel vormt. Theoretici vermoeden nu dat Cygnus X-3 "pulseert" met een frekwentie van zo'n 100 pulsen per sekonde en dat is veel sneller dan welke andere pulsar ook. De snelst bekende pulsar is die in de Krabnevel, die dertig maal per sekonde flitst. De extreem snelle periode van Cygnus X-3 zou kunnen verklaren waarom de pulsen nooit eerder zijn opgevallen.

Neptunus heeft ringen

Nadat eerdere pogingen om uit te vinden of de planeet Neptunus ringen heeft, geen resultaten opleverden (zie A&K 1/1982), hebben nieuwe waarnemingen wel iets opgeleverd. De Amerikaanse astronoom Edward Guinan heeft afgelopen juni laten weten dat hij aanwijzingen voor twee ringen heeft gevonden. Hij noemde die ringen "tamelijk doorschijnend". Guinan deed zijn waarnemingen met een 50 cm spiegelkijker in Nieuw Zeeland. Zijn gegevens worden inmiddels nader bekeken om er zekerder van te zijn dat de ringen echt bestaan. Het opsporen van die ringen is niet eenvoudig. Niet alleen staat Neptunus rond deze tijd op 4,85 miljard kilometer van de Aarde, bovendien weet men niet zeker hoe de stand van Neptunus in de ruimte is. Men neemt aan dat de evenaar in hetzelfde vlak ligt als de baan van de maan Triton. Als dat zo is, dan liggen de ringen ook in dat vlak. Er zijn aanwijzingen voor twee ringen; beide zijn ze 2200 km breed. Volgens de waarnemingen begint één op 3200 km boven het oppervlak van Neptunus, en de andere op 7600 km.

Radioteleskoop in de ruimte

Radio-astronomen kunnen lang niet zo veel details in de ruimte zien als sterrenkundigen die waarnemingen doen in zichtbaar licht. Dat ligt aan de golflengte van de radiostraling die veel langer is dan die van licht. Naarmate de golflengte toeneemt, moet ook de diameter van de inrichting die de straling opvangt, groter worden om vergelijkbaar goed details te kunnen zien. Bij die details gaat het bijvoorbeeld om de afstand aan de hemel tussen afzonderlijke bronnen van radiostraling of om de struktuur van gebieden waaruit radiostraling afkomstig is. Het valt gemakkelijk in te zien dat radio-astronomen hun teleskopen niet willekeurig groot kunnen maken. Gelukkig kunnen ze met de hulp van atoomklokken en komputers wel een truc uithalen.


Een proefantenne voor radio-astronomisch onderzoek in de ruimte gebracht met een Space Shuttle. De proef zou over een jaar of zes plaats moeten vinden. Foto MSFC

Interferometer

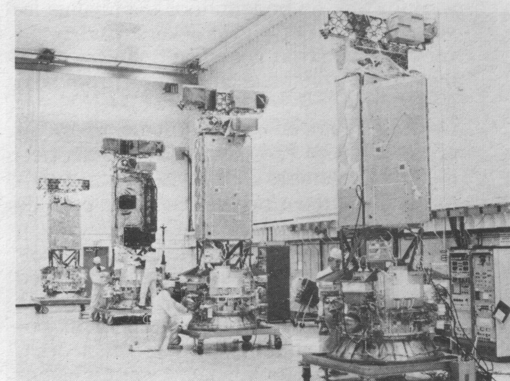
Wanneer twee of meer radioteleskopen tegelijk naar hetzelfde objekt aan de hemel "kijken" en de binnenkomende signalen zeer nauwkeurig in de tijd registreren, dan kan een geschikt komputerprogramma de waarnemingen aan elkaar breien. Daarbij wordt dan bereikt dat het lijkt alsof de waarnemingen gedaan zijn met één teleskoop met een middellijn zo groot als de afstand tussen de meest uiteengelegen teleskopen (in het geval van meer dan twee teleskopen) of tussen de beide teleskopen (als er maar twee gebruikt worden). Die techniek heet interferometrie met een lange basislijn. Hij is met sukses toegepast op teleskopen in bijvoorbeeld Australië en Californië. Daarmee is echter de grens bereikt, want de teleskopen kunnen hooguit zo ver uit elkaar staan dat het te bekijken objekt voor beide nog net boven de horizon staat.

Naar de ruimte

Radio-astronomen willen echter meer. De oplossing is een radioteleskoop in de ruimte brengen en die gelijktijdig laten werken met een teleskoop op Aarde. In opdracht van de NASA is het Marshall Space Flight Center een studie aan het verrichten naar de vereisten van zo'n radioteleskoop in de ruimte. Wanneer men een antenne in een baan op 5000 kilometer hoogte zou kunnen brengen, dan zou daarmee een oplossend vermogen bereikt kunnen worden van beter dan een duizendste boogsekonde. Dat is zoiets als in Rome staan en in Amsterdam een dubbeltje kunnen onderscheiden! De werkgroep die de studie aan het uitvoeren is, zou een antenne op 200.000 km van de Aarde helemaal mooi vinden. Voorlopig denkt men aan een proefantenne die aan het eind van de jaren '80 met een Space Shuttle in de ruimte gebracht zou kunnen worden. De antenne in de baan op 5000 km hoogte zou dan een jaar of tien later haalbaar zijn. Voorlopig zullen de radio-astronomen zich echter op Aarde moeten zien te behelpen.

Satellieten aan de lopende band

De ruimtevaart kent op dit moment een paar sektoren waar haast letterlijk aan de lopende band gebouwd en gelanceerd wordt. Bij de Space Shuttle begint het daarop te lijken en voor kommunikatie- en weersatellieten geldt dat echt al. In de Verenigde Staten zijn vooral Hughes en RCA bedrijven waar volgens een standaard opbouw satellieten geproduceerd worden. Bij Hughes is dat met name de HS 376 serie van kommunikatiesatellieten, waarvan elders in dit nummer afgeleide produkten te zien zijn. RCA bouwt voort op de konstruktie van de Satcom's en de TIROS-N/NOAA weersatellieten. Van die laatste zullen er de komende jaren een heel stel gelanceerd worden. De foto laat vier van deze TIROS-N exemplaren in aanbouw zien bij RCA in Princeton, New Jersey.



Supernova op komst

Astronomen zien al sinds lange tijd reikhalzend uit naar een supernova-uitbarsting in onze eigen Melkweg. De laatste supernova in ons sterrenstelsel die zichtbaar is geweest, dateert van net vóór de uitvinding van de teleskoop. Zo'n uitbarsting bij ons in de buurt, astronomisch gezien dan, zou voor de sterrenkundigen van grote waarde zijn.

Drie Amerikaanse astronomen hebben onlangs laten weten dat er eindelijk een supernova-uitbarsting op komst lijkt. De ster die ze daarbij op het oog hebben, is η Carinae, bekend om de nevel in zijn direkte omgeving aan de hemel. Die nevel is het produkt van gasuitstoot door de ster. Omdat de nevel de ster aan ons gezicht onttrekt, hebben astronomen tot nog toe nooit kunnen vaststellen of de ster nu heel jong was, net ontstaan in de nevel, van middelbare leeftijd met een ongewoon gedragspatroon of oud en in zijn woelige nadagen verkerend. Nauwkeurig onderzoek aan de chemische samenstelling van de nevel heeft de drie astronomen tot de konklusie geleid dat de ster aan het eind van zijn leven is en dat hij bovendien een uitstekende supernova-kandidaat is. Hij straalt namelijk bijzonder veel energie uit en is erg zwaar. Per tien miljard sterren aan de hemel is er maar één zwaarder dan eta Carinae. De ster wordt al tweehonderd jaar bestudeerd. In die tijd heeft zijn helderheid behoorlijk gevarieerd. Het grootste deel van de tijd is de ster tamelijk helder geweest. In de 19e eeuw stootte hij een hoeveelheid materie uit en was toen een paar jaar lang de op een na helderste ster aan de hemel. Dat uitgestoten gas koelde in de loop van de tijd af, kondenseerde tot een mengsel van gas en stof en verduisterde een aanzienlijk deel van het sterlicht.

Eta Carinae werd een direkte kandidaat voor een supernova toen men ontdekte dat een van de gaswolken die bijna tweehonderd jaar geleden werd uitgestoten, veel meer stikstof bevat dan men verwachtte en ook rijk is aan koolstof en zuurstof. Deze elementen worden in sterren pas gevormd wanneer ze door het grootste deel van hun voornaamste brandstof, eerst waterstof en daarna helium, heen zijn. In een steeds verdergaand vernietigend verbrandingsproces worden door kernfusie in het inwendige van de ster steeds zwaardere elementen gevormd. Doordat van tijd tot tijd in dat proces de ster instabiel wordt, verdwijnt de buitenste gasschil in de ruimte. In die buitenste schil komt mettertijd ook gas van steeds zwaardere elementen terecht. Daarom wijst de aanwezigheid van onverwacht grote hoeveelheden stikstof erop dat deze ster, die op 9000 lichtjaar van ons af staat, het einde van zijn leven nadert. Zijn explosieve dood, in de vorm van een supernova, kan elk moment verwacht worden.

Dat elk moment is echter astronomisch gesproken. De rekenmodellen die men voor supernova-uitbarstingen heeft, werken astronomisch heel goed en tamelijk nauwkeurig, maar in de astronomie rekent men ook in zeer lange tijden. Het model doet verwachten dat eta Carinae in de orde van 10.000 jaar voor het eind van zijn dood is. In de praktijk betekent dit dat de supernova echt elk moment kan optreden, maar ook nog tot maximaal 10.000 jaar op zich kan laten wachten. In dat laatste geval moeten wij natuurlijk wel erg lang wachten.

Voor ons bewoners van het noordelijk halfrond zit er nog een tweede "maar" aan eta Carinae. De ster staat op rond 59 graden zuiderbreedte. Hij blijft voor ons dus onder de horizon. Zelfs al zou de supernova-uitbarsting wel snel komen, dan nog zouden we een heel eind op reis moeten om er iets van te zien. De astronomen lijken ons daarom blij gemaakt te hebben met een dode mus; voor sterrenkundigen is de toestand echter erg interessant.

De ster eta Carinae, hier verscholen in de nevel in het midden van de foto, maakt een goede kans binnenkort tot een supernova-uitbarsting te komen. De ster is honderd keer zo zwaar als de Zon en is volgens de waarnemingen vrijwel aan het eind gekomen van haar levensduur van ongeveer twee miljoen jaar.



Ionenmotor beproefd

In alle stilte heeft de NASA de afgelopen jaren aan de toekomst gewerkt. Tussen 1970 en 1981 werd een ionenmotor, de ruimtemotor "van de toekomst", in een baan om de Aarde beproefd. Het testprogramma werd op 5 juni 1981 afgesloten en eerder dit jaar werden resultaten bekend gemaakt. De proef is zeer suksesvol geweest.

De ionenmotor wordt gezien als één van de typen motoren waarmee reizen ver het heelal in mogelijk zullen worden. Met de gewone motoren met bestaande chemische brandstoffen zijn dergelijke reizen praktisch gezien niet haalbaar. Een bestaande raketmotor verbruikt om een flinke snelheid te krijgen veel brandstof. Voor een langdurig gebruik van zo'n motor zou dus bijzonder veel brandstof mee de ruimte in genomen moeten worden. Dat wordt niet alleen erg duur, maar ook onpraktisch. Zonder geweldige hoeveelheden brandstof kunnen echter niet de noodzakelijke enorme beginsnelheden bereikt worden die voor een reis diep het heelal in onontbeerlijk zijn omdat die reizen anders onvoorstelbaar lang gaan duren. Motoren die gedurende lange tijd kunnen blijven werken zonder dat door de hoeveelheid brandstof praktische grenzen worden gesteld, bieden daarom de enige uitkomst voor interstellaire reizen. De ionenmotor voldoet aan die voorwaarde. Overigens kan en zal de ionenmotor ook rond de Aarde gebruikt worden.

Principe

Het principe van de ionenmotor is dat de brandstof wordt geïoniseerd, waarna het ontstane elektrisch geladen gas in een magneetveld wordt versneld en de motor uitgejaagd. De brandstof kan zowel vast als vloeibaar zijn. Dit proces levert op zich maar weinig stuwdruk. Omdat het echter zeer efficiënt verloopt, kan het met betrekkelijk weinig brandstof lang achter elkaar doorgaan. Doordat de stuwdruk voortdurend aanhoudt, neemt de snelheid van het gestuwde voertuig langzaam maar zeker toe.

Praktijkproef

Het NASA-experiment, onder leiding van het Lewis Research Center, werd uitgevoerd met ionenmotoren in de SERT II, wat staat voor Space Electric Rocket Test II. Brandstof was vloeibaar kwik. De SERT II bezat twee panelen met zonnecellen van elk 1,5 bij 7,5 meter, waarmee elektriciteit werd opgewekt. Die elektriciteit werd vervolgens gebruikt om het kwik met elektronen te bestoken, waardoor positief geladen kwikatomen ontstonden. Die kwikionen vermengden zich met andere elektronen tot een heet geladen gas (plasma) dat elektriciteit geleidt. Een aangelegd magneetveld trok de ionen uit het plasma, versnelde ze en joeg ze door de motoruitlaat naar buiten. Dat leverde een beetje stuwdruk op. Buiten de uitlaat werden elektronen in de ionenbundel geschoten, waardoor het elektrisch geladen kwikgas weer werd geneutraliseerd. Voor een bedrag van rond duizend gulden konden de twee ionenmotoren in de SERT II viereneenhalve maand achter elkaar van kwik worden voorzien. Uiteraard heeft men dat niet gedaan, want de bedoeling was dat het experiment lang zou duren.

Langdurig experiment

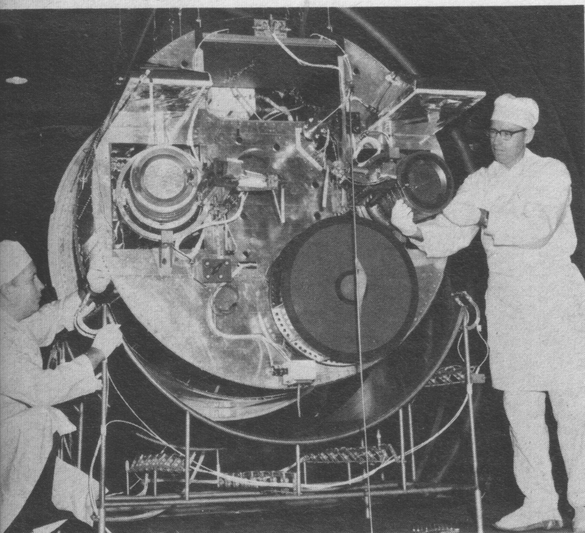
De SERT II werd op 3 februari 1970 gelanceerd in een zodanige baan om de polen dat zijn zonnecelpanelen voortdurend in het zonlicht waren. De satelliet was 1500 kilo zwaar, 6 meter lang en 1,5 meter in doorsnede. Aan één kant van de satelliet zaten twee ionenmotoren van maar 15 centimeter in diameter. In 1970 waren de motoren samen 6000 uur in bedrijf. Datzelfde jaar ontstond in één motor kortsluiting; dat defekt werd in 1974 via de radioverbinding met de SERT II hersteld. In 1973 werden 250 starts uitgevoerd. In 1979 was één van de motoren 600 uur in bedrijf. Tijdens de laatste anderhalf jaar van zijn leven "draaiden" de motoren samen 18.000 uur en werden 540 starts uitgevoerd. Verleden jaar werkte de satelliet nog optimaal. Men heeft de motoren met opzet regelmatig lang niet laten werken om te zien hoe een herstart na langdurige blootstelling aan de omstandigheden in de ruimte zou verlopen, en dat ging dus uitstekend.

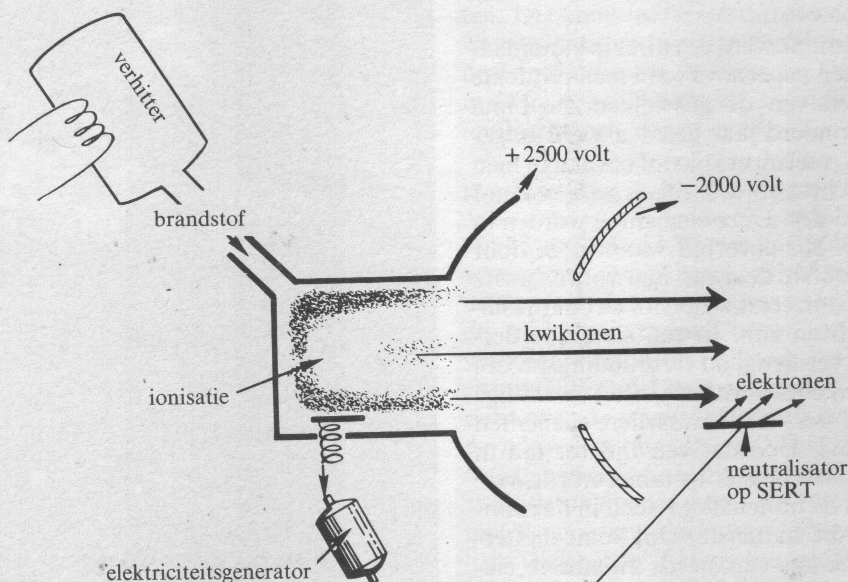
Meer onderzoek

De SERT II werd voorafgegaan door de SERT I die in 1964 voor een kortstondige ballistische vlucht werd gelanceerd.

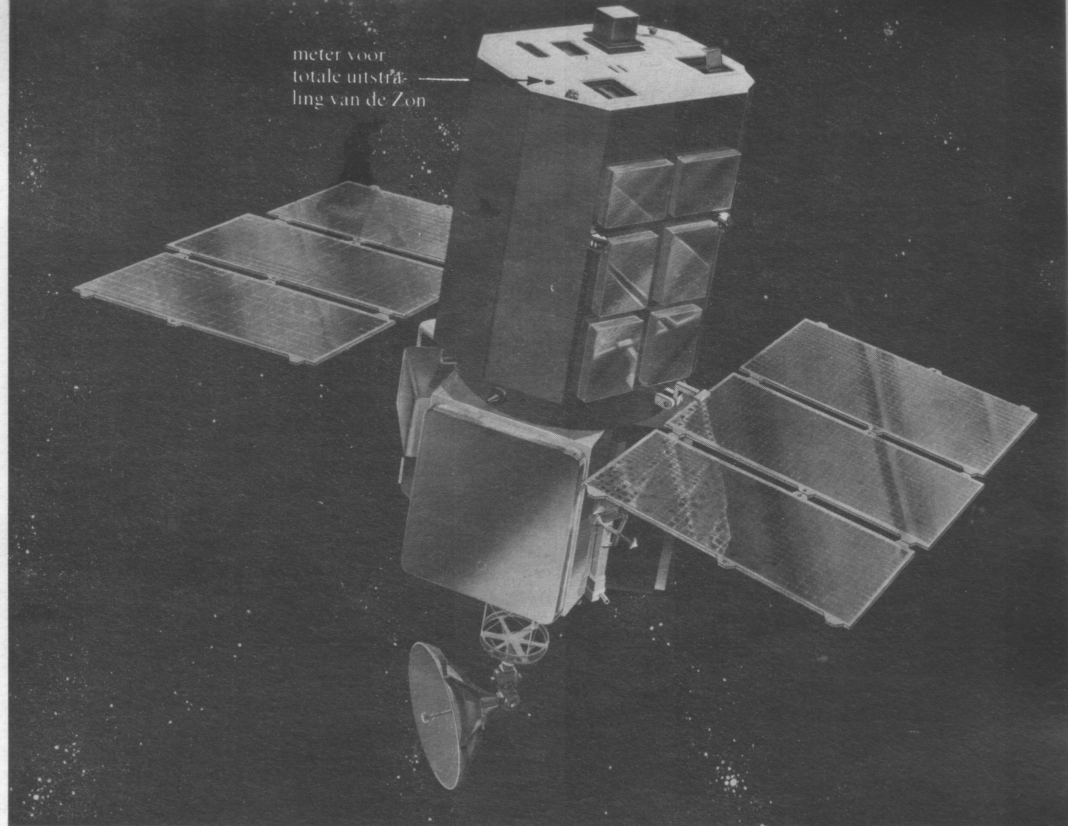
Het principe van de kwikmotor van de SERT II. ▷

▽ **De SERT II. De twee kleine cilinders, links en rechts, zijn de uitlaten van de ionenmotoren.**





Toen werd aangetoond dat het principe van ionisatie en opvolgende neutralisatie van het plasma werkte. Volgend jaar volgt een nieuwe ruimteproef met ionenmotoren. Twee motoren van 8 centimeter in doorsnede zullen twee jaar lang worden beproefd in het IAPS (Ion Auxiliary Propulsion System). Deze motortjes zullen te zijner tijd gebruikt gaan worden als standkontroleraketjes in kommunikatiesatellieten. Dat is de reden dat de IAPS-motortjes gebouwd zijn door Hughes, één van de grote bouwers van kommunikatiesatellieten in de VS.
Intussen worden grotere motoren, 30 centimeter in doorsnede, op Aarde beproefd. Een projekt van het Marshall Space Flight Center voorziet in het bundelen van deze motoren als hoofdvoortstuwingssysteem voor toekomstige ruimtevoertuigen.



De totale uitstraling van de Zon wordt door het aangegeven kijkgaatje gemeten. De SMM is door een storing zijn vermogen om zich precies op de Zon te oriënteren kwijt geraakt. Het uitstralingsexperiment heeft daar geen last van, maar enkele andere instrumenten wel. Omdat de kunstmaan verder nog goed funktioneert, wordt overwogen volgend jaar een Shuttle-bemanning een reparatie te laten uitvoeren.

Zonnekonstante niet konstant?

De hoeveelheid energie die de Zon ons levert, is konstant, tenminste daar gaan we altijd van uit. Als maat voor de energie die wij van de Zon ontvangen, geldt de zonnekonstante. Er is de laatste jaren heel wat diskussie over de vraag of die konstante echt wel konstant is. Uit satellietwaarnemingen is nu gebleken dat die waarde tussen februari 1980 en augustus 1981 geleidelijk aan met 0,1% afnam. De waarnemingen werden gedaan met de Solar Maximum Mission kunstmaan.
Over de betekenis van de waarneming valt wel iets te zeggen. De gekonstateerde verandering hoeft helemaal niet te betekenen dat de zonnekonstante niet echt konstant is. Het is bekend dat de hoeveelheid straling die de Zon afgeeft, licht beïnvloed wordt door de aktiviteit op haar oppervlak, zoals vlammen en zonnevlekken. Daarom varieert de energiehoeveelheid met het verloop van de zonnevlekkencyklus. Om na te gaan hoe konstant de zonnekonstante werkelijk is, zou men die waarde minstens enkele cykli lang voortdurend moeten bepalen. Dat betekent dus even zovele malen elf jaar, en dan is anderhalf jaar, zoals nu gedaan is, veel te kort. Toch is de waarneming van nu ook al waardevol. De Zon heeft onmiskenbaar invloed op het weer op Aarde, ook al is nog niet duidelijk hoe die koppeling werkt. Daarom heeft elke langduriger bepaling van het gedrag van de Zon nut. Overigens gaan de metingen met de kunstmaan voorlopig nog door. Er zijn plannen om de satelliet volgend jaar met een Space Shuttle orbiter te bezoeken om er een reparatie aan te verrichten. Misschien zou dan tegelijk de baan iets veranderd kunnen worden. Gebeurt dat niet, dan valt de kunstmaan in 1984 in de dampkring terug. Een opvolger voor het huidige meetprogramma aan de energie-uitstraling van de Zon staat bij de NASA op stapel. Het is de Upper Atmosphere Research Satellite. Die wordt echter op zijn vroegst in 1987 gelanceerd.

De NASA deed de mededeling over de lichte achteruitgang van de zonnekonstante vergezeld gaan van de opmerking dat die vermindering mogelijk een rol heeft gespeeld bij het optreden van de ongewoon strenge winter in sommige delen van de VS in 1980/1981. Die opmerking lijkt echter meer bedoeld te zijn om geld los te krijgen bij de Amerikaanse volksvertegenwoordiging dan dat hij wetenschappelijk onderbouwd is. Strenge winters zijn de laatste jaren in de VS wel vaker voorgekomen en een veranderende zonnekonstante moet over de hele wereld invloed hebben en niet alleen in één land. Bovendien is het nog maar de vraag of een verandering in de zonnekonstante onmiddellijk in ons weer merkbaar is. Waarschijnlijker is het dat de effekten pas op langere termijn optreden.

Telefoon via tv-scherm

De Duitse PTT heeft het bedrijf Siemens opdracht gegeven om in de steden Berlijn en München een proefnet voor het telefoneren via het tv-scherm op te zetten en te testen. Het systeem gaat BIGFON heten (naar de Duitse omschrijving breedband integraal glasvezelnet). De proef moet eind volgend jaar kunnen beginnen. Siemens zal in beide steden, in wijken die door de Duitse PTT inmiddels zijn aangewezen, een net aanleggen van glasvezelkabels, centrale apparatuur, overdracht- en verdeelinrichtingen en eindapparatuur voor de aangesloten abonnees. Dat zullen er per stad maar 28 zijn, waarvan er steeds zes beschikken over beeldtelefoon. Deze abonnees zullen in het verkeer met andere BIGFON abonnees kunnen beschikken over telefoon, beeldtelefoon, telex, teletekst, viditel en telefax. Ook kunnen via het net radio- en tv-programma's ontvangen kunnen worden. Na het gereed komen van de breedband afstandsverbinding kunnen die abonnees ook kontakt onderhouden met abonnees elders in Duitsland. Maar het zal nog enkele jaren duren eer het zover is.



Telefoneren via het beeldscherm; de videofoon komt er dan toch. Foto Siemens

Astronomisch nieuws

Afmeting Uranusmanen bepaald

Drie astronomen van de Universiteit van Hawaii hebben voor het eerst rechtstreeks de middellijn van vier van de vijf bekende manen van Uranus bepaald. De diameter is afgeleid uit infraroodmetingen van de manen. Het dichtst bij Uranus bevindt zich de maan Miranda; die wordt echter overstraald door de planeet en daarom konden er geen waarnemingen aan worden gedaan. Men vermoedt dat Miranda in de orde van 550 kilometer meet. Vervolgens komt Ariel met een doorsnede van 1410 ± 105 km en een albedo van 0,34. De volgende maan, Umbriel, meet 1160 ± 90 km en heeft een albedo van 0,23. De maan Titania meet 1670 ± 90 km en bezit een albedo van 0,27. De buitenste maan is Oberon; die meet 1690 ± 110 km en zijn albedo is 0,22. De bepaalde afmetingen wijken niet erg af van de waarden die tot nog toe werden aangehouden, hoewel de onzekerheid daarin groot was. Slechts Titania blijkt zoveel kleiner dat niet zij, maar Oberon waarschijnlijk de grootst maan van Uranus is. De albedowaarden zijn, volgens de onderzoekers, verrassend laag. Dat houdt waarschijnlijk in dat de manen een mengsel van steen en ijs aan hun oppervlak hebben en niet alleen maar ijs, zoals altijd werd gedacht. Tegelijk met de metingen aan de Uranusmanen zijn ook de maan Triton van Neptunus en Pluto onder de loep genomen. Beide stralen ze zo weinig infrarood uit, dat ze op die golflengte onzichtbaar zijn. Dat betekent mogelijk dat ze beide kleiner zijn dan onze Maan. Voor Pluto is die konstatering geen verrassing, maar voor Triton betekent het dat hij niet de grootste maan van het zonnestelsel is, zoals men altijd dacht.

Superzware ster ontdekt?

Hoe zwaar kan een ster maximaal zijn? Theoretische astronomen nemen aan dat een ster niet meer massa kan hebben dan 100 à 150 keer de massa van onze Zon en tegelijk ook nog stabiel zijn. Begin dit jaar verkondigden twee Amerikaanse astronomen dat ze in de Tarantulanevel in de Grote Magellaanse Wolk een ster vermoeden die een massa van drieduizend zonnen heeft. De ster draagt katalogusnummer R136a. Het spektrum van de ster vertoont in zichtbaar licht lijnen die karakteristiek zijn voor Wolf-Rayet sterren. Dat zijn jonge aktieve sterren. Ster R136a zou, gezien zijn spektrum, een oppervlaktetemperatuur van 65.000 kelvin hebben, acht keer zo heet als de Zon. Bij die temperatuur leeft de ster maar een miljoen jaar en dat is astronomisch zeer kort. Allemaal onmogelijk, zeggen theoretici, maar ook zij kunnen het gemeten spektrum niet verklaren. Er is daarom ofwel een verklaring waar nog niemand op gekomen is, ofwel er zijn sterren die echt zo zwaar kunnen zijn.

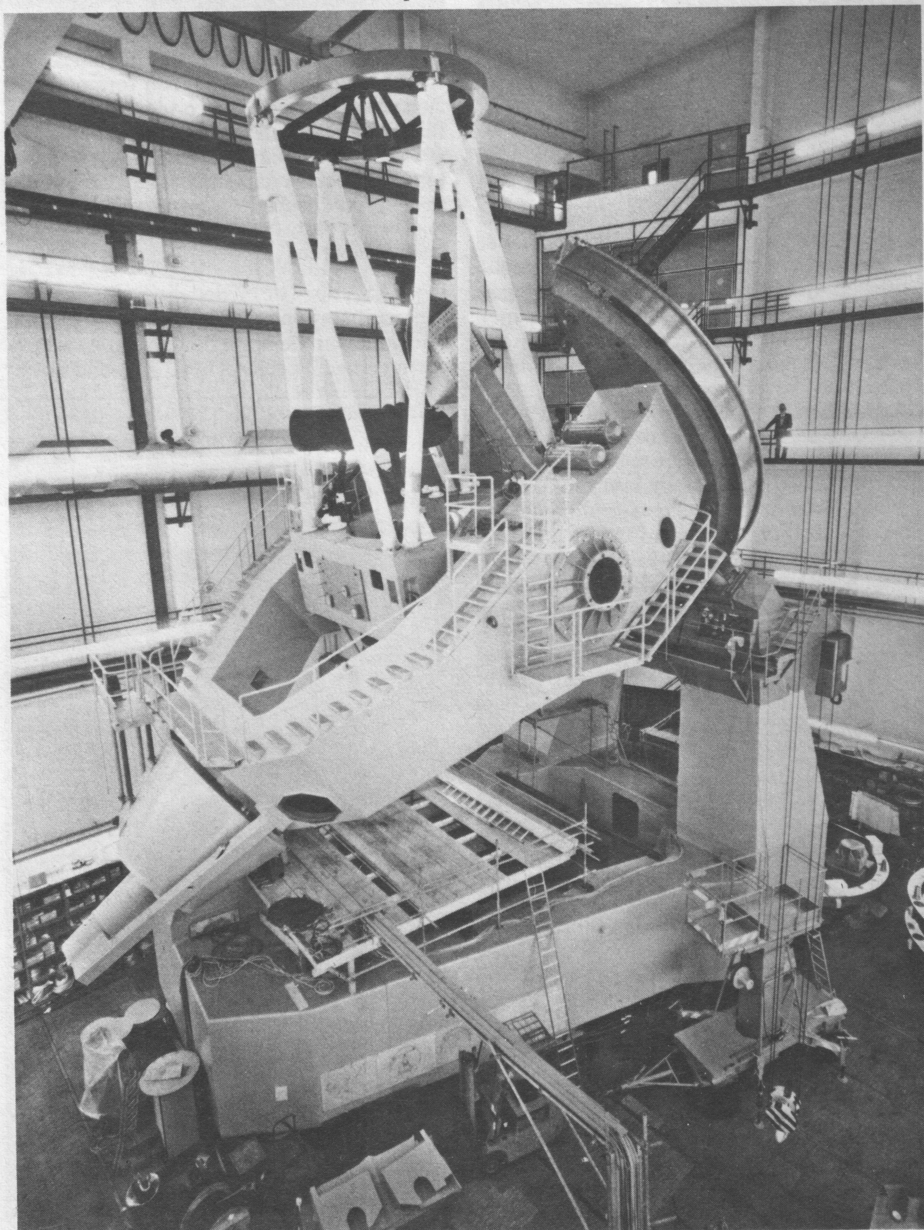
Een variabele dwergster

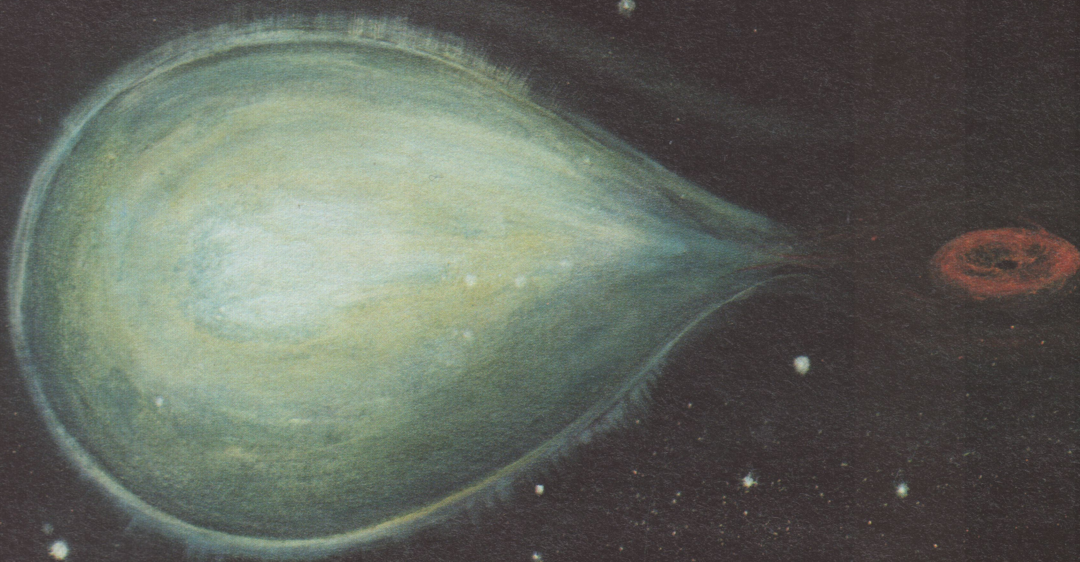
Afgelopen mei hebben vier astronomen, drie uit de VS en één uit Canada, een heel nieuw type variabele ster ontdekt, die overigens op grond van de theorie wel al voorspeld was. Het gaat om de ster GD 358, een witte dwerg met een massa van 60% van die van de Zon en een middellijn die het dubbele van de Aarde is. Zijn oppervlaktetemperatuur ligt in de orde van 20.000 kelvin en hij bezit geen waterstof meer, het hoofdbestanddeel van alle sterren die nog in hun normale doen zijn. De buitenlagen van GD 358 bestaan helemaal uit helium en dat maken de ster tot een nog niet eerder waargenomen type hemellichaam. De ster schommelt in helderheid en de oorzaak daarvan zijn regelmatige temperatuursveranderingen. Hij varieert tegelijkertijd in minstens zes verschillende perioden, in duur uiteenlopend van 125 tot ongeveer 950 sekonden. Witte dwergen horen tot de oudste steren in de melkwegstelsels. De meeste van hen hebben buitenlagen van waterstof. Theoretische beschouwingen hadden het bestaan van "heliumdwergen" voorspeld en de ontdekking dat ze inderdaad bestaan, is voor onderzoekers van de levensloop van sterren van groot belang.

Duitsers voltooien teleskoopkomplex in Spanje

Nog dit jaar wordt het Duits-Spaanse astronomische centrum Calar Alto in Zuid-Spanje voltooid. Op een hoogte van rond 2150 meter rond de top van de Calar Alto, 44 kilometer ten noorden van Almeria aan de Spaanse zuidkust, is sinds 1973 een heel astronomisch komplex gebouwd. Naast verscheidene bedrijfsgebouwen, onderkomens voor onderzoekers en een hotel, staan er al vier teleskopen. Eén daarvan is een Spaanse 1,5 m spiegelteleskoop, de drie andere zijn Duitse instrumenten; er zijn een 80 cm, een 1,2 m en een 2,2 m teleskoop. Nog voor het eind van dit jaar moet het laatste instrument geïnstalleerd zijn, een 3,5 m spiegelkijker. Op de Calar Alto kan men per jaar op gemiddeld 200 heldere nachten rekenen en dat is vier maal zoveel als in Duitsland. Omdat er uitsluitend optisch gewerkt wordt, zijn heldere nachten van het grootste belang. De 1,2 m kijker is al sinds 1975 in bedrijf. Men kan er infraroodwaarnemingen mee doen en dat heeft onder andere tot de ontdekking van een melkwegstelsel geleid. Met de 3,5 m teleskoop zal men tot de "grenzen" van het heelal kunnen doordringen. Het onderzoek zal vooral gericht zijn op stervorming, de

De 3,5 m spiegelteleskoop in aanbouw. Hij weegt met zijn hele struktuur erom heen 430 ton. Let voor de afmetingen op de man op één van de galerijen rechts. Foto Carl Zeiss, Oberkochen





Röntgenbron Cygnus X-1 is een dubbelster waarvan de zware komponent een zwart gat zou kunnen zijn. Veel andere röntgenbronnen zijn eveneens dubbelsterren met een "lichte" en een zeer "zware" komponent die materie aan de lichte komponent onttrekt. Het overstromen van gas wordt op gang gebracht door de sterrewind die de sterren langzamer doet draaien.

struktuur van onze melkweg, de eigenschappen van andere melkwegstelsels en die van interstellaire materie. Ook met de bestaande teleskopen op Calar Alto hield men zich al met deze onderzoeksterreinen bezig.

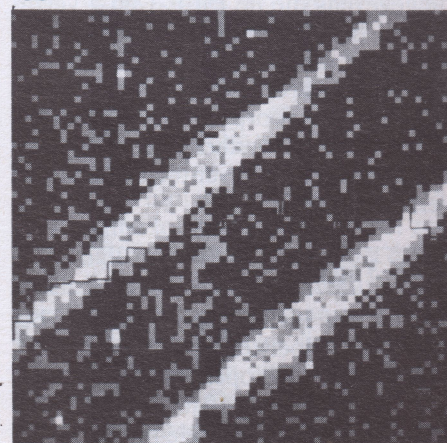
Sterrewind oorzaak röntgenstraling

De röntgenbronnen aan de hemel kunnen in twee groepen worden verdeeld. Een deel ervan bevindt zich in de kernen van andere melkwegstelsels, terwijl het overgrote deel in onze eigen melkweg aanwezig is. Die tweede groep bestaat uit dubbelsterren, waarbij één komponent een gewone ster is en de andere komponent een zeer kompakte ster, bijvoorbeeld een neutronenster. Die zeer kompakte ster, die een hoeveelheid massa ter grootte van die van de Zon in een bol met een doorsnede van 20 kilometer heeft samengeperst, trekt materie van de gewone ster aan. Het gas dat naar de kompakte ster stroomt, wordt verhit tot zo'n tien miljoen graden en gaat daardoor röntgenstraling uitzenden. Voor het overstromen van gas van de gewone naar de kompakte ster heeft de Poolse astronoom Paczynski de theorie geopperd dat op grond van de algemene relativiteitstheorie de twee sterren elkaar afremmen omdat ze zo dicht bij elkaar staan. Doordat de omwentelingssnelheid daalt, krijgt de aantrekkingskracht van de kompakte ster vat op de buitenste lagen van de gewone ster en begint er gas te stromen naar de kompakte ster toe. In een aantal gevallen lijkt deze gang van zaken inderdaad aannemelijk. Dr. Frank Verbunt die afgelopen juli aan de Rijksuniversiteit van Utrecht promoveerde, heeft nu aangetoond dat in het overgrote deel van de dubbelstergevallen een ander verschijnsel het overstromen van gas op gang brengt, en wel de sterrewind. Veel sterren (ook onze Zon) verliezen een heel klein beetje materie doordat een stroom van deeltjes het oppervlak verlaat en de ruimte in gaat. Bij onze Zon noemen we dat de zonnewind en sterren hebben dus een sterrewind. De uitstromende materie neemt een klein beetje draai-energie mee en het gevolg daarvan is dat de ster in de loop der tijd langzamer gaat roteren. Verbunt en zijn kollega Zwaan hebben nu berekend dat de afremming die de sterrewind veroorzaakt, voldoende is om hetzelfde overstromingseffekt op gang te helpen als uit Paczynski's verklaring volgt. Zelfs de helderste röntgenbronnen, met de meeste overdracht van materie, kunnen zo verklaard worden.

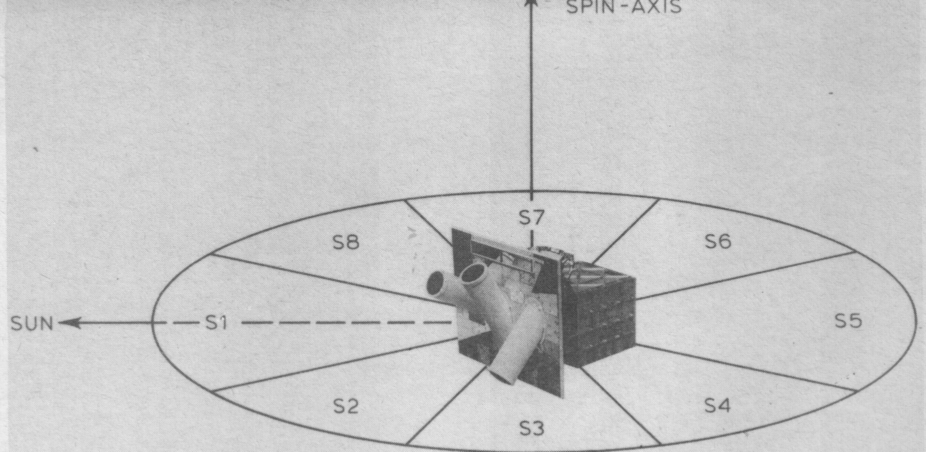
Hoe groot zijn quasars?

Quasars en Seyfertstelsels, melkwegen waarin kennelijk zeer intense processen gaande zijn, vormen al lang onderwerp van veel diskussie. Het belangrijkste is het proces dat zorgt voor de enorme energieproduktie die deze hemelobjekten kenmerkt. Een geweldige stap voorwaarts zou zijn wanneer de afmetingen van de objekten bepaald konden worden, want dat geeft meteen veel meer idee over de aard van de werkzame processen. Tot nog toe is het onmogelijk gebleken de afmetingen vast te stellen. De diameter moet langs indirekte weg bepaald worden, want rechtstreekse optische waarnemingen laten slechts puntvormige lichtbronnen zien. Een aanknopingspunt is waarschijnlijk het gegeven dat quasars en Seyfertstelsels in helderheid variëren. Onlangs zijn metingen gepubliceerd die voor het Seyfertstelsel NGC6814 een variatieperiode in de orde van 100 sekonden aangeven en dat is uiterst interessant. De tijdsduur waarin een lichaam kan veranderen, hangt direkt samen met de lichtsnelheid, die immers de snelheid is waarmee stralingsprocessen verlopen. Snelle veranderingen die kennelijk een heel objekt betreffen, wijzen daarom op kleine afmetingen. In honderd sekonden legt elektromagnetische straling 30 miljoen kilometer af. Wanneer in NGC6814 een zwart gat verantwoordelijk zou zijn voor de processen en de enorme energieproduktie, dan kan dat gat gezien de

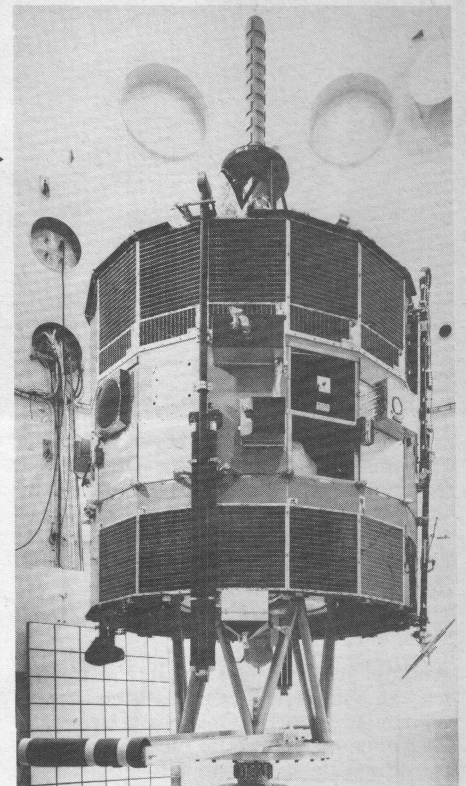
Quasars en Seyfertstelsels zenden veel energie uit over vrijwel het hele stralingsspektrum. Daarom worden ze ook ijverig bestudeerd met kunstmanen die op de korte golflengten waarvan de dampkring de straling tegenhoudt, kunnen meten. Met de EXOSAT wordt in het röntgengebied waargenomen; de International Ultraviolet Explorer kijkt in het ultraviolet. Hier een deel van het UV-spektrum van het Seyfertstelsel NGC4151, opgenomen met de IUE. Foto ESA



afmeting van 30 miljoen kilometer niet meer massa bevatten dan 10 miljoen keer die van de Zon. De gekonstateerde energieproduktie vereist een minimale massa van 100.000 zonsmassa en deze waarde komt, naar astronomische maatstaven, aardig in de buurt van de eerder geponeerde tien miljoen zonsmassa's. De massa en de huidige helderheid van NGC6814 dikteren dat dit stelsel maar gedurende twee procent van de ouderdom van het heelal op zijn huidige niveau kan stralen. Omdat ook maar zo'n twee procent van alle melkwegstelsels blijkens de waarnemingen aktieve kernen bezitten, zou dat kunnen betekenen dat alle melkwegstelsels twee procent van hun leven in een aktieve fase doorbrengen. Er zijn tot nog toe maar drie Seyfertstelsels en mogelijk één quasar gevonden met zeer kortstondige helderheidsvariaties en de vraag rijst waarom het er niet meer zijn. Kunnen er meer worden opgespoord, dan helpt dat bij het verder begrenzen van de mogelijke afmetingen van deze objekten en bij het toetsen van de theorie of inderdaad op een gegeven moment alle melkwegen een zeer aktieve kern, die een zwart gat zou kunnen herbergen, hebben. De hoop wat het opsporen betreft, is onder meer gevestigd op de EXOSAT van de ESA die komende november moet worden gelanceerd.



Het Nederlandse instrument in de ISEE-3 meet energie en bewegingsrichting van snelle deeltjes in de zonnewind. Daarmee werd het schokgolfverschijnsel ontdekt. Foto LRO,Utrecht



De ISEE-3, NASA's sonde naar de komeet Giacobini-Zinner? Foto GSFC

ISEE-3 aan de wandel

In de ruimte rond de Aarde bevinden zich enkele punten waar de aantrekkingskrachten van de Aarde en de Zon (en eventueel ook de Maan) in evenwicht zijn. Rond één van deze zogeheten libratiepunten "dobbert" sinds najaar 1978 de ruimtesonde ISEE-3. De afstand van deze sonde tot de Aarde schommelt rond de 1,5 miljoen kilometer. De sonde hoeft nauwelijks bij te sturen om bij dat punt in de buurt te blijven. Die positie is met opzet gekozen in het kader van een groot onderzoekprogramma naar de relatie tussen de Zon en de Aarde. De ISEE-3 heeft in dat programma twee kompagnons, de ISEE-1 en 2, die in banen om de Aarde draaien. Deze laatste twee bevinden zich binnen de aardse magnetosfeer, terwijl de ISEE-3 er ruim buiten zit. Daardoor bevindt de ISEE-3 zich in de ongestoorde zonnewind en vormen zijn metingen vergelijkingsmateriaal voor de gegevens die de ISEE-1 en 2 verzamelen. Bovendien komt de zonnewind anderhalf uur eerder aan bij de ISEE-3 dan bij de Aarde. Door de waarnemingen van die voorpost nauwlettend te volgen, kunnen onderzoekers op Aarde voorbereid zijn op eventuele bijzondere verschijnselen.

ISEE-3 op pad

Omdat het ISEE-programma zijn belangrijkste doelstelling heeft gehaald, besloot men afgelopen voorjaar de sonde te verhuizen. Op 10 juni is de ISEE-3 begonnen aan een enkele miljoenen kilometers lange wandeling die hem op 8 februari van het volgend jaar in een positie gebracht zal hebben op ruim een miljoen kilometer áchter de Aarde, van de Zon uit gezien. Daar bevindt de sonde zich dan in het "kielzog" van de magnetosfeer. Men noemt dat de magnetostaart en daarin zijn tot nog toe nauwelijks metingen gedaan. In het voorjaar van 1983 bevinden de ISEE-1 en 2 zich tijdens elke omloop in het dicht bij de Aarde gelegen deel van de staart en dat maakt vergelijking met de metingen van de ISEE-3 extra waardevol.
De NASA voelt er trouwens veel voor om de ISEE-3 in 1984 in de richting van de komeet Giacobini-Zinner te sturen. Zoals bekend zal er hoogstwaarschijnlijk geen Amerikaanse sonde naar de komeet van Halley gestuurd worden en dan zou de NASA op deze manier toch nog iets bereiken. Overigens is het bedrijf RCA op dit moment bezig te bezien of op het ontwerp van de oude TIROS-weersatellieten niet in snel tempo een eenvoudige en goedkope komeetsonde gebouwd kan worden. Of dit een haalbare kaart blijkt, valt nog niet te zeggen.

Nederlands instrument

In de ISEE-3 zit een instrument dat door het Laboratorium voor Ruimteonderzoek in Utrecht, samen met ESTEC en het Imperial College in Londen, is gebouwd. Dat instrument heeft de afgelopen tijd voor een aardige wetenschappelijke ontdekking gezorgd. In de zonnewind komen waterstofkernen voor die snelheden van 10.000 km per sekonde en meer hebben. Met het Nederlandse instrument kon voor het eerst naast de energie ook nauwkeurig de richting van deze deeltjes bepaald worden, en daarmee hun plaats van herkomst. Daardoor is ontdekt dat ze in de meeste gevallen niet rechtstreeks van de Zon afkomstig zijn, iets wat tot dusverre altijd werd gedacht. De protonen krijgen hun enorme snelheid onderweg pas, en wel in een schokgolf die achter een zonnevlam aan in de ruimte optreedt en zich van de Zon af beweegt. Het ijle gas in de ruimte rond de Zon beweegt met honderden tot duizenden kilometers per sekonde van onze ster vandaan. Bij een zonnevlam komt een stoot sneller bewegende deeltjes vrij en die treffen dan het trager bewegende al aanwezige gas. Daarbij ontstaat een schokgolf die zich mee naar buiten verplaatst. In het schokfront blijken voortdurend protonen tot de gemeten grote snelheden te worden versneld. Het is nog een raadsel hoe dat versnellingsproces werkt.

India heeft ruimteprimeur

Drie-in-een, dat is de beste aanduiding voor de INSAT-1, die sinds 15 mei van dit jaar in bedrijf is. De satelliet is zowel weersatelliet als kommunikatie- en omroepsatelliet. Hij werd op 10 april van Cape Canaveral gelanceerd en vervolgens naar een geostationaire positie boven de evenaar ter hoogte van 74 graden oosterlengte gemanoeuvreerd. Op dit moment helpen Amerikaanse technici nog bij het beheer van de kunstmaan, maar spoedig zal dat volledig door de Indiërs zelf in hun grondstation bij Karnataka zijn overgenomen.

Weersatelliet

De INSAT-1 heeft een radiometer met hoog oplossend vermogen. Daarmee kunnen in rood licht en infrarode straling beelden worden geproduceerd met een oplossend vermogen van respektievelijk 2,75 en 11 kilometer. Er wordt dag en nacht elk half uur een opname gemaakt. Met de INSAT-1 beschikt India voor het eerst over een systeem dat gelijktijdig over heel India meteorologische waarnemingen levert. Net als de Europese Meteosat dient de INSAT-1 ook als relayeerstation voor meteorologische metingen die op een groot aantal plaatsen te land en op boeien in de omringende zee worden gedaan. Een goed net van meteorologische waarnemingsstations en een snel doorgeven van de metingen is voor India erg belangrijk. Het land heeft immers vaak met extreme weersomstandigheden te maken (orkanen, overstromingen door zware regenval, grote hitte en droogte) en normaal gesproken kan daar lang niet altijd tijdig voor gewaarschuwd worden.

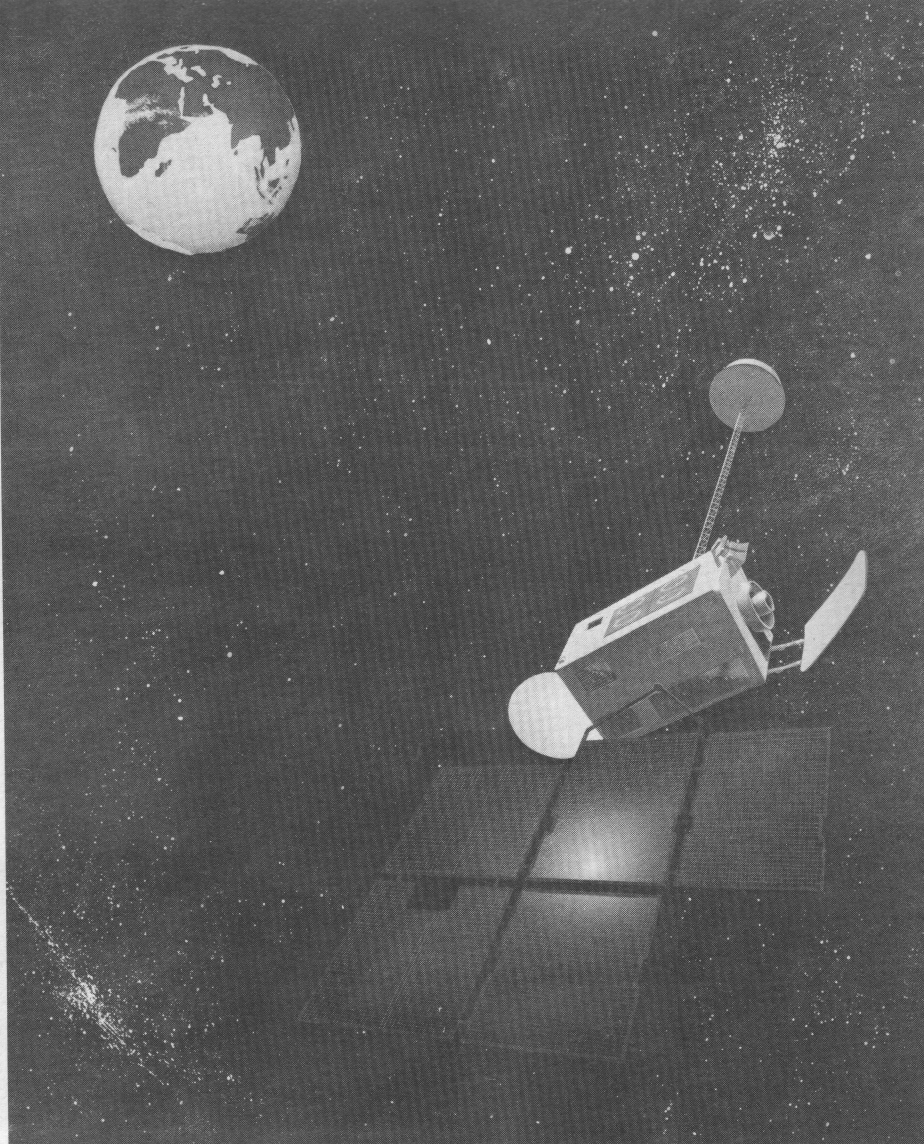
Kommunikatiesatelliet

Als "comsat" beschikt de INSAT-1 over twaalf kanalen waarmee ruim 8000 telefoonverbindingen onderhouden kunnen worden. Het systeem zal ook aangesloten worden op 35 grondstations, van heel groot (die gekoppeld zijn aan de kommunikatiesystemen te land) tot heel klein (drie verrijdbare ontvangstinrichtingen).

Omroepsatelliet

De twee tv-kanalen van de INSAT-1 maken ontvangst van gerelayeerde programma's mogelijk door kleine inrichtingen en dat is in het uitgestrekte India met zijn 613 miljoen inwoners en zijn slechte infrastruktuur van groot belang. Het is de bedoeling dat zo'n 100.000 ontvangers van Indiase makelij in afgelegen dorpen geïnstalleerd worden. Daarmee kan de bevolking in afgelegen streken voorzien worden van onderwijsprogramma's, medische voorlichting, mededelingen voor de landbouw en weerberichten die net dankzij diezelfde INSAT-1 beter geworden zullen zijn.

Hoewel zich met de INSAT-1 in het begin enige problemen hebben voorgedaan en er met name moeilijkheden waren met het uitvouwen van het zonnecelpaneel, werkt alles toch zo goed dat de satelliet operationeel is. De kombinatie van drie-in-een en het feit dat de operationele kunstmaan ook omroepsatelliet is, maken dat India met zijn INSAT-1 een primeur in de ruimte heeft. Midden volgend jaar komt er een tweede INSAT bij; die moet boven 94 graden oosterlengte gestationeerd worden en hij zal in principe als vervanger van de huidige INSAT dienen.



De INSAT-1 op zijn plek in een geostationaire baan. De kunstmaan is 2,2 meter hoog, heeft een grootste spanwijdte van 6 meter en weegt ruim 900 kilo. Hij is in opdracht van India gebouwd door het Amerikaanse bedrijf Ford Aerospace.

Een van de eerste meteorologische opnamen van de INSAT-1 werd gemaakt op 26 april van dit jaar om 13.26 uur Indiase tijd.

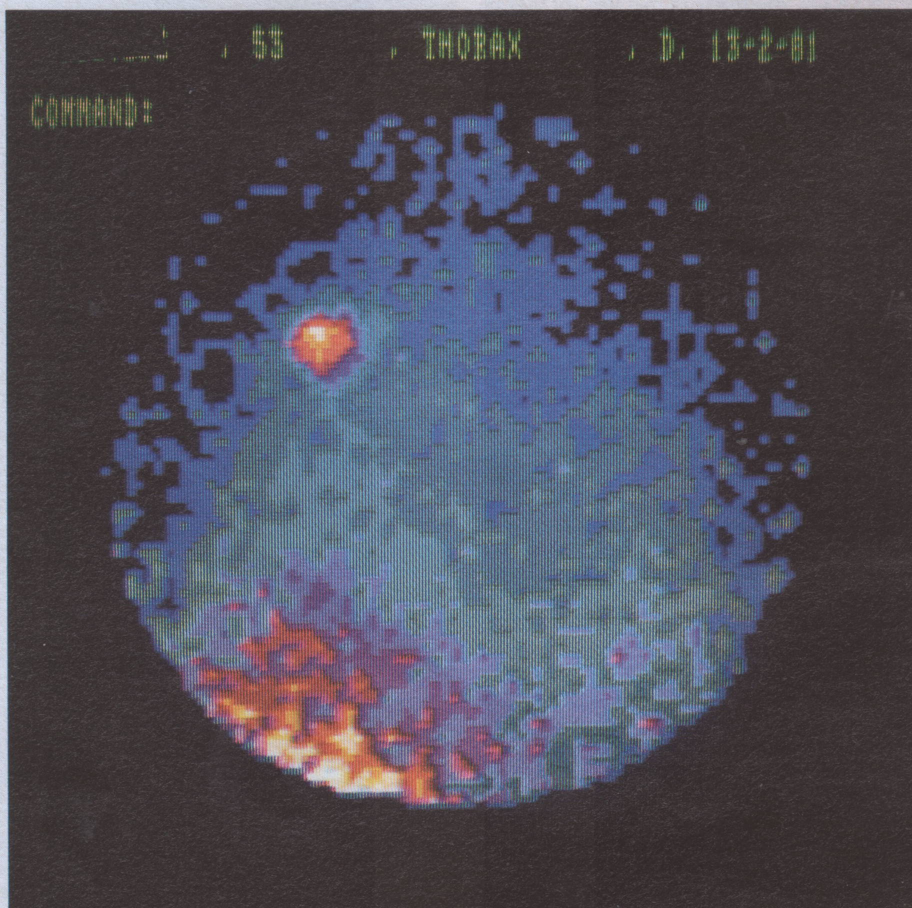


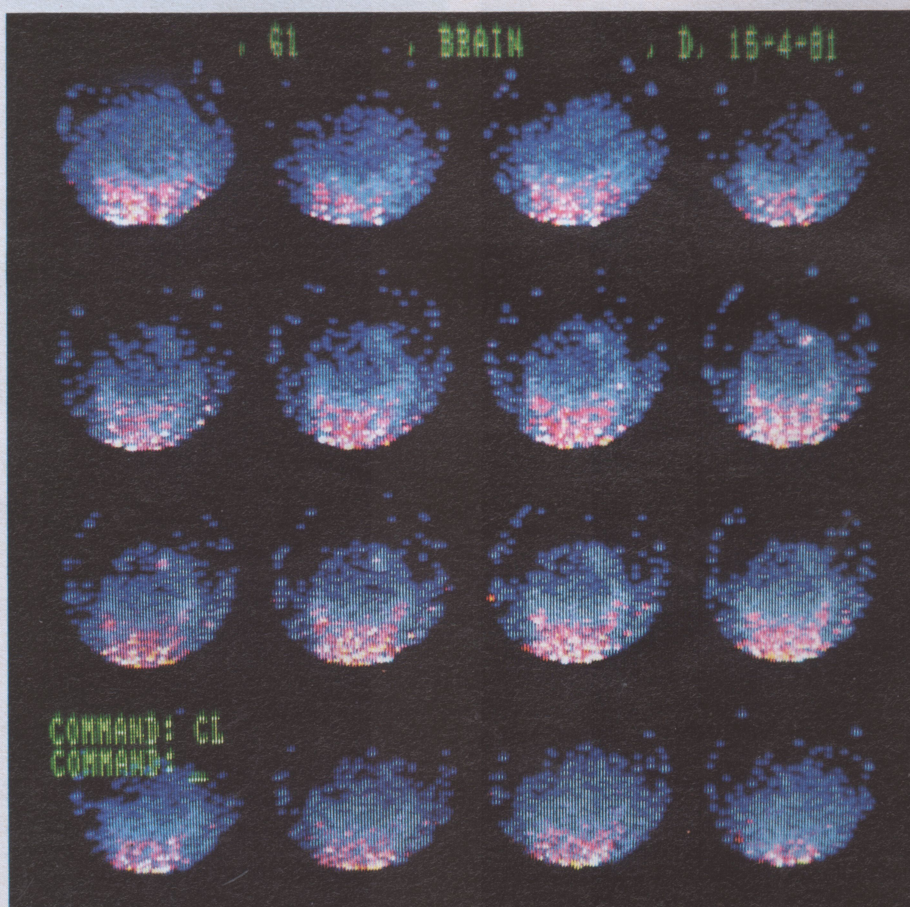
PET: diagnose op de televisie

Gert Kiers

Foto's Gert Kiers

In de medische wereld zijn technici alom aan het proberen bestaande onderzoekstechnieken te verbeteren zodat onderzoek voor de patiënt minder pijnlijk, vervelend of van risiko's voorzien wordt. Tegelijk probeert men het onderzoek ook eenvoudiger en efficiënter te maken. Het nieuwste op dit gebied wordt een verbetering van het bekende isotopenonderzoek; de techniek gaat PET heten. Aan praktische toepassing van de techniek is men voorlopig nog niet toe.

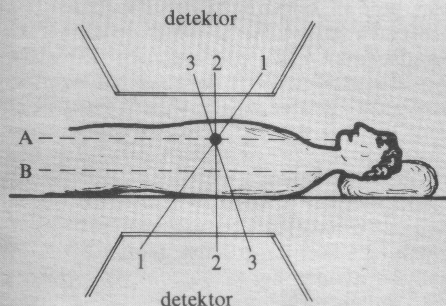




△ Een "vooraanzicht" van de borst van een patiënt in valse kleuren, zoals dat op het tvscherm van de PET te zien is. In de rechterlong, links op de foto, zit een haard van radioaktiviteit. Geel en rood betekenen veel radioaktiviteit, blauw minder. De diagnose was longkanker. De radioaktiviteit links beneden komt van de lever. Daar mankeert niets aan; hij straalt tamelijk veel omdat de lever als bloedfilter fungeert zodat er vrij veel radioaktieve deeltjes in terecht komen. Door hun korte halfwaardetijd verliezen die deeltjes hun aktiviteit snel.

Een overzichtsplaatje van een aantal vlakken ▷ dat na een PET-onderzoek door de komputer is gemaakt van, in dit geval, de hersenen. Het hoofd is vaag te onderscheiden, de hals is het rode gebied beneden. De foto laat zestien van de eenendertig vlakken zien. Duidelijk zichtbaar is dat op één niveau een klein gebied met een grote intensiteit zit (helemaal rechts, tweede van boven). Daar zit dan ook een gezwel. Duidelijk is ook te zien dat het vlekje groter wordt naarmate we op een hoger of lager niveau kijken. De afstand tussen twee vlakken is ongeveer één centimeter.

In het noordelijkste puntje van de stad Groningen staat in de kelder van het Kernfysisch Versnellerinstituut de enige Positron Emissie Tomografie (PET) opstelling in ons land. Deze PET is een uitbreiding van de bekende isotopenonderzoeken die in bijna elk ziekenhuis uitgevoerd worden. Bij een dergelijk onderzoek wordt een beetje radioaktief materiaal in het lichaam van de te onderzoeken persoon gebracht, door inspuiten of via inademen. De radioaktieve straling die door het materiaal wordt uitgezonden, wordt geregistreerd door meetapparatuur. Omdat het materiaal zich met bloed en ander lichaamsvocht verplaatst, geeft de plaats waar de straling vandaan komt informatie over de werking van lichaamsfunkties. De PET heeft een aantal verfijningen van deze techniek.
De Positron Emissie Tomografie opstelling in Groningen zal nog wel enige tijd de enige in Nederland blijven en in ieder geval zal de PET niet direkt alle ziekenhuizen veroveren. Daar zijn en-



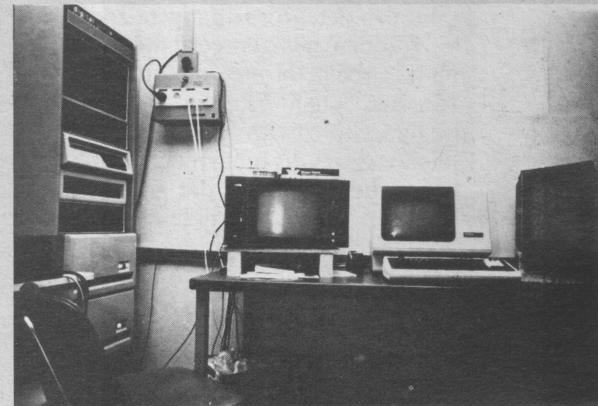
Een schematisch plaatje over de werking van de Positron Emissie Tomografie. De patiënt ligt tussen de twee detektoren. In het lichaam is een gebiedje waar veel van de stof die positronen uitzendt, terecht is gekomen. Van daaruit gaan veel geproduceerde fotonen richting detektor waar ze worden geregistreerd (1, 2 en 3). Een komputer maakt nu een plaatje van de verdeling van radioaktiviteit in 31 vlakken tussen de detektoren. Hier zijn er twee aangegeven, A en B. Op het plaatje van vlak B zal een uitgebreide vlek te zien zijn, maar op dat van vlak A een klein, duidelijk vlekje. Dat is dan ook de plaats waar de fotonen zijn uitgezonden.

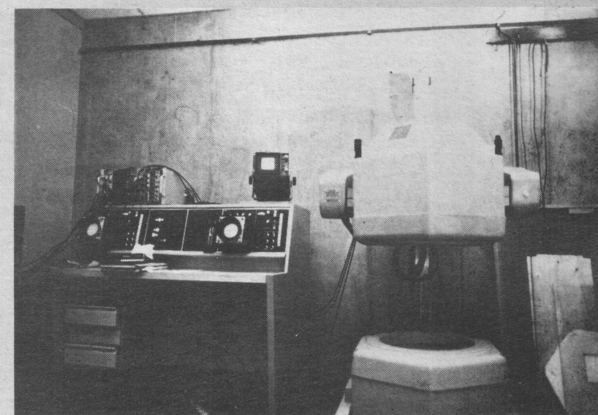
kele oorzaken voor. Allereerst verkeert de techniek nog in een experimenteel stadium. Men is aan het uitzoeken waar de PET echt geschikt voor is. Daarna moet uitgemaakt worden of het voor ziekenhuizen de moeite waard is om de dure apparatuur aan te schaffen. Die prijs van het instrumentarium is een andere reden die verspreiding van de PET tegenhoudt. In de handel kost een PET-opstelling al gauw anderhalf tot twee miljoen gulden. De opstelling in Groningen is goedkoper; hij kost ongeveer vijf ton, omdat men slim gebruik heeft gemaakt van bestaande apparatuur die eerst niet voor de PET bedoeld was. Het resultaat is een opstelling die in sommige opzichten beter is dan de in de handel verkrijgbare apparatuur. De bestaande apparatuur waarmee de opstelling verwezenlijkt kan worden, is trouwens in veel ziekenhuizen al aanwezig.

Sta-in-de-weg

De voorlopig grootste belemmering voor uitgebreide toepassing zijn de radioaktieve stoffen die bij een PET-onderzoek gebruikt worden. Het gaat om stoffen die positronen (positieve elektronen) uitzenden, positron emitters genoemd. Als positron-stralers gebruikt men koolstof-11 (^{11}C), stikstof-13 (^{13}N), zuurstof-15 (^{15}O) en fluor-18 (^{18}F), stoffen die ons lichaam gemakkelijk opneemt en die daarom geschikt voor het bedoelde gebruik zijn. Een lastige eigenschap van deze stoffen is hun korte levensduur. De halveringstijd, de tijd waarin de radioaktiviteit tot de helft afneemt, ligt in de orde van een paar tot ongeveer twintig minuten. Dat betekent dat na ongeveer een half uur nog maar tien procent van de radioaktiviteit over is. Omdat het de bedoeling is radioaktiviteit in het lichaam te meten, moet er niet te weinig zijn (maar ook niet te veel!). Het is daarom zaak het stofje snel bij de patiënt te krijgen.
In Groningen gaat het andersom. Daar komt de patiënt naar het stofje toe. Hij gaat niet naar het ziekenhuis, maar naar het Kernfysisch Versnellerinstituut. Op dat instituut, waar dagelijks vele technici en kernfysici onderzoek doen aan kernen van atomen, worden de radioaktieve positron emitters gemaakt.

De twee detektoren en het bedieningspaneel. De patiënt komt op een brancard tussen de beide "blokken" te liggen. De detektoren zijn twee gammakamera's die op een slimme manier voor Positron Emissie Tomografie geschikt zijn gemaakt. Vrijwel elk ziekenhuis zal een of meer van deze kamera's hebben. Dat zou de invoering van deze nieuwe techniek kunnen vergemakkelijken.





De gebruikte komputer (links) en drie televisieschermen waarop de resultaten van het onderzoek getoond kunnen worden, in zwart-wit of in kleur. ▷

Positronen maken

Voor een longonderzoek bijvoorbeeld kan kooldioxide gebruikt worden, waarvan het koolstofatoom in het CO_2-molekuul het radioaktieve ^{11}C is. Hoe maakt men dat ^{11}C?
In het versnellerinstituut staat, zoals zich al laat raden, een deeltjesversneller. Die versnelt protonen (géén positronen) tot een hoge snelheid. Zodra de vooraf berekende snelheid is bereikt, worden de protonen gericht op een vat met vloeibare stikstof. De protonen dringen de kernen van de stikstofatomen binnen en maken die instabiel. Zo instabiel zelfs, dat de aangeschoten kernen snel uiteen vallen in een paar deeltjes, waaronder ^{11}C-atomen. In het vat stikstof zitten ook zuurstofmolekulen; dat heeft men met opzet gedaan want het is de bedoeling dat de radioaktieve koolstofatomen met zuurstof kooldioxide gaan vormen. Dat gebeurt ook, het kooldioxide wordt opgevangen en snel naar de patiënt gebracht.

Van positronen naar fotonen

De patiënt ligt intussen al klaar tussen twee detektoren, elk ter grootte van de borstkas van een havenwerker. Een arts laat de patiënt het radioaktieve gas inademen en een natuurkundige bedient het apparaat. De stof zal zich in een bepaald orgaan koncentreren, in dit geval in de longen. Voor onderzoek van andere organen worden andere stoffen toegediend, meestal via inspuiten.
De radioaktieve stof zendt in het lichaam de positronen uit. Positronen zijn de anti-deeltjes van de elektronen, dat wil zeggen, dezelfde massa, dezelfde lading, alleen de één negatief en de ander positief. Dat houdt in dat bij botsing van een positron met een elektron beide deeltjes verdwijnen en plaats maken voor twee gammafotonen. In ons lichaam, en in de hele wereld om ons heen, draaien om elk molekuul of atoom verscheidene elektronen; een positron zal daarom heel snel een elektron tegenkomen, vlakbij de plaats waar het werd uitgezonden. Daar ook ontstaan per botsing de twee gammafo-

tonen, stralingspakketjes die energierijker en doordringender zijn dan röntgenstralen. Het speciale van de fotonen bij deze reaktie is dat ze in vrijwel tegenovergestelde richting uit elkaar vliegen.
Bij de PET maakt men daar handig gebruik van door boven en onder de patiënt een detektor te hangen, zodat beide fotonen geregistreerd worden. Het nadeel is dat fotonen die uit de zijkant van het lichaam komen, niet worden opgemerkt. Er zijn wel opstellingen op de markt die dit niet zo belangrijke euvel verhelpen, maar die zijn ook veel duurder. Achter de detektoren zit de nodige elektronika die bepaalt waar precies in de detektoren de fotonen terecht kwamen. Deze informatie wordt doorgegeven aan een komputer en daar in een geheugen opgeslagen.

Op het televisiescherm

Na afloop van een onderzoek dat meestal zo'n half uur duurt en waarin duizenden fotonen zijn geteld, maakt dezelfde komputer van de metingen een aantal plaatjes dat op een televisiescherm bekeken kan worden. Op het scherm is dan de verdeling van radioaktiviteit in een bepaald orgaan te zien. Een arts kan dan vaststellen waar in dat orgaan problemen zijn, welk gedeelte goed werkt, waar mogelijk teveel radioaktiviteit zit en misschien zijn wel helemaal geen afwijkingen zichtbaar.
Terwijl een arts bij röntgenfoto's tevreden moet zijn met een tweedimensionaal plaatje, krijgt hij er bij een PET-onderzoek een dimensie bij. De komputer stelt uit de gegevens over de verdeling van de radioaktiviteit op 31 niveaus tussen beide detektoren een beeld samen. Dit wordt mogelijk gemaakt door het effekt dat beide fotonen in tegengestelde richting uit elkaar gaan; dat levert op verschillende niveaus tussen de detektoren verschillende stralingskoncentraties op wanneer de fotonen in uiteenlopende richtingen worden uitgezonden. De derde dimensie kan van belang zijn wanneer geopereerd moet worden. Het is voor een chirurg prettig te weten waar hij ongeveer moet zijn; dat bespaart hem "zoeken".
De extra, derde, dimensie is echter niet het unieke van de PET. Het oudere zusje, de komputer tomografie, beter bekend onder de naam CT-scan, heeft deze derde dimensie ook (zie Aarde & Kosmos 7 en 8-9/1979). De CT-scan werkt met röntgenstraling die van buitenaf door het lichaam wordt gezonden; een verschil met de PET is daarom dat deze laatste techniek werkt met straling die in het lichaam zelf wordt opgewekt. Het bijzondere van de PET is dat hij veel meer detail laat zien dan de CT-scan. Gebiedjes ter grootte van minder dan een halve centimeter kunnen onderscheiden worden. Dat biedt mogelijkheden voor het vroegtijdig opsporen van kankergezwellen. Het is dan ook niet voor niets dat het Koningin Wilhelminafonds een deel van de apparatuur in Groningen heeft betaald.

Meer PET-mogelijkheden

De toekomstmogelijkheden voor de PET zijn legio. Hoewel de toepassing in de richting van het kankeronderzoek in Groningen in het experimentele stadium de boventoon voert, zijn meer terreinen van onderzoek denkbaar waar de PET van nut kan zijn. De stofwisseling in het menselijke lichaam is op dit moment nog zeker geen open boek voor de medici. Aan de ene kant weet men vrij goed wat er met ons voedsel gebeurt, maar de werking van geneesmiddelen bijvoorbeeld is in veel gevallen onduidelijk. Zodra scheikundigen op een snelle manier verbindingen kunnen maken met positron emitters (denk aan de korte halveringstijden) en farmaceuten deze verbindingen geschikt maken om ze aan mensen te geven, kan de weg die een bestanddeel in een geneesmiddel door het lichaam volgt met de detektoren gevolgd worden. Andere toepassingen zijn het vervangen van onderzoeken die pijnlijk zijn of risiko's met zich mee brengen. Er zijn bijvoorbeeld hersenonderzoeken die een patiënt drie dagen zware hoofdpijn bezorgen. Een PET-onderzoek duurt een half uur en is pijnloos. Ook hart- en vaatonderzoek staat op het verlanglijstje van PET-gebruikers.
Maar het is toch oppassen. We moeten niet vergeten dat een patiënt komt bloot te staan aan radioaktieve straling en al is de dosis meestal iets minder dan de hoeveelheid straling bij een gemiddeld röntgenonderzoek, artsen zijn vaak al te enthousiast in het gebruiken van nieuwe technieken. Verder begint het bewustzijn te dagen dat ook in de gezondsheidszorg hoogwaardige apparatuur, die erg duur is, niet zaligmakend hoeft te zijn. Steeds meer zal moeten worden gekeken naar de besteding van het ook daar niet grenzeloos beschikbare geld.

Te koop aangeboden

Polarex refraktor, objektiefdiameter 10 cm, brandpuntsafstand 150 cm, azimuthale montering plus statief, twee okulairen, twee filters, omkeer-zenitprisma, diafragma. Vraagprijs f1125. Telefoon 02518-53555 (na 19 uur).

Medisch nieuws

Vuurvliegen in ons lichaam

Veel inwendig onderzoek in ziekenhuizen wordt op dit moment gedaan met behulp van kleine hoeveelheden radioaktieve stoffen. Die worden bijvoorbeeld in de bloedsomloop gebracht. Met een stralingsmeter kan men dan de gang van de stoffen door het lichaam volgen en mogelijk problemen in het organisme opsporen. Deze werkwijze heeft nadelen. Hoewel men de hoeveelheden radioaktief materiaal zo klein mogelijk houdt, loopt de onderzochte patiënt toch straling op, en alle straling, hoe weinig ook, telt mee. Een tweede nadeel is dat er radioaktief besmet afval (bewaarmateriaal, beschermende kleding, instrumentjes e.d.) ontstaat, dat opgeruimd moet worden. De enige oplossing daarvoor is op dit moment dumpen in zee. Een alternatief voor radiologisch onderzoek is daarom zeer welkom. Een interessante mogelijkheid is onderzocht door dr. E.W.Meijer die op zijn werk afgelopen juni in Groningen promoveerde. Hij heeft zich bezig gehouden met de aanmaak, eigenschappen en toepassingen van 1,2-dioxetanen. Wanneer deze stoffen worden verwarmd, stralen ze blauw licht uit. Dat is vergelijkbaar met het licht dat vuurvliegjes uitzenden. Uit het onderzoek bleek dat heel kleine hoeveelheden van die stoffen opgemerkt kunnen worden. Meijer denkt daarom dat ze mogelijk als vervangers van de radioaktieve stoffen kunnen gaan dienen en dat zou meteen het afvalprobleem behoorlijk kunnen verkleinen.

Onzichtbare kiesvullingen

In de nabije toekomst zullen grijze vullingen in kiezen gaan verdwijnen en plaats maken voor tandkleurige vullingen. Dat soort vulmateriaal wordt tot nog toe alleen voor het vullen van tanden gebruikt. Het tandkleurige komposiet-materiaal heeft niet alleen voordelen voor het oog, maar ook voor het behouden van kiezen en de kleur van het gebit. De komposietvulling, een mengsel van kunsthars en fijngemalen kwarts, kan zich erg goed hechten aan de tand- en kiesstruktuur wanneer de aangetaste plek in het gebit is voorbewerkt met een techniek die etsen heet. Helaas is die voorbehandeling nu nog niet in het ziekenfondspakket opgenomen. Door de goede hechting wordt voorkomen dat tussen vulling en kies lekkage optreedt; daardoor kan zich op die plaats dan ook geen tandbederf meer ontwikkelen. De goede hechting heeft nog een ander voordeel. Voor het aanbrengen van het vulmateriaal hoeft alleen maar het aangetaste deel van tand of kies te worden verwijderd, en niet meer, zoals nu, ook een gezond deel van de betreffende kies of tand. Dat betekent dat meer van het deel van het gebit behouden kan blijven. Naar de eigenschappen, de te stellen eisen en de verwerkingsmethode van het komposiet-materiaal is een onderzoek gedaan door de tandartsen J.R.Bausch en C.de Lange; zij promoveerden op hun onderzoek afgelopen juli aan de Universiteit van Amsterdam. In het onderzoek werd ook veel aandacht besteed aan de stabiliteit van

het vulmateriaal. Dat is nodig voor het behouden van de kleur en voor de duurzaamheid van de vulling. Een eenmaal aangebrachte komposietvulling zal vele jaren mee kunnen.

Fluortoediening aan kinderen nodig

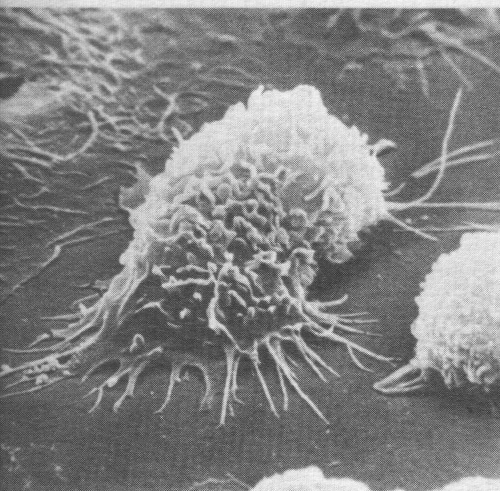
Het zo vroeg mogelijk na de geboorte beginnen met het toedienen van fluoride, ook al is er bij de baby nog geen tandje te ontdekken, helpt duidelijk om tandbederf te voorkomen. Tot die konklusie zijn onderzoekers van de Werkgroep Tand- en Mondziekten van TNO gekomen. Een onderzoek bij scholieren in Hengelo toonde aan dat het wekelijks spoelen van de mond met een fluorideoplossing het aantal vullingen met 40% deed dalen. Fluoride helpt niet alleen tandbederf te voorkomen, maar kan ook leiden tot genezing van tandbederf wanneer het spoelen in een vroeg stadium van de aandoening wordt begonnen. Omdat het aanbrengen van fluor in drinkwater suksesvol is gebleken, maar op veel politieke problemen en weerstanden stuitte, doet men bij TNO ook onderzoek naar andere manieren om op grote schaal fluor te kunnen toedienen. Zo kan fluor via tabletten worden verstrekt. De TNO-onderzoekers vermoeden dat veel ouders zich het belang van fluorgebruik door kinderen onvoldoende realiseren, temeer omdat de deskundigen het daar ook pas in de laatste jaren over eens zijn geworden. Verder is het ook noodzakelijk dat het geven van fluor volgehouden wordt. Het effekt gaat snel verloren wanneer met het geven van fluor wordt gestopt.

Immuun tegen kanker

Het ophelderen van de oorzaak en de werking van het kankerproces en het ontwikkelen van goede bestrijdingsmiddelen is een moeizame zaak. Twee recente promotie-onderzoeken aan de universiteit van Utrecht geven daar een voorbeeld van. Het eerste onderzoek betrof immuniteit tegen kanker. In Utrecht wordt al geruime tijd onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om levende wezens immuun te maken tegen kanker. Tot nog toe heeft men daarbij alleen nog maar met muizen gewerkt.

Immuniteit tegen bakteriën kennen we wel. Mensen en dieren kunnen immuun gemaakt worden door ze verzwakte bakteriën in te spuiten. Die bakteriën kunnen niet meer doden, maar maken het organisme wel ziek. Het lichaam herkent de indringers en doodt ze na enige tijd. Daarbij wordt in een soort geheugen van het afweersysteem van het lichaam vastgelegd dat deze indringers er zijn geweest. Bij een volgende inval van dergelijke bakteriën komt het afweersysteem dan meteen in aktie en doodt de aanvallers. Het betrokken organisme (een mens, een dier) is dan immuun voor die bakterie geworden. Dit idee probeert men nu toe te passen in het geval van kankercellen. Men bestraalt cellen van een bepaalde vorm van kanker, zodat die niet meer kunnen delen en dus niet meer dodelijk zijn. Wanneer bestraalde kankercellen ingespoten worden bij muizen, blijken die muizen immuun te worden. Worden vervolgens onbestraalde kankercellen in die muizen gespoten, dan worden die cellen snel gedood. Daarbij spelen twee celtypen een belangrijke rol, namelijk lymfocyten en makrofagen. Beide behoren ze tot de witte bloedlichaampjes en maken ze deel uit van het afweersysteem. Lymfocyten uit een met kankercellen immuun gemaakte muis blijken een stof te produceren die zich hecht aan makrofagen. Met die stof blijken kankercellen herkend te kunnen worden en de makrofaag geaktiveerd, die zich dan aan het doden van de kankercel zet. Op die manier werken lymfocyten en makrofagen samen. Wanneer een niet-immune muis ingespoten wordt met onbestraalde kankercellen, dan gaan die cellen groeien en ontwikkelt zich een kankergezwel. Kennelijk kunnen de lymfocyten van deze muizen makrofagen niet leren hoe ze kankercellen kunnen herkennen. Wanneer een muis eerst immuun gemaakt wordt, kunnen de lymfocyten dat wel. Klaarblijkelijk worden de lymfocyten door de groeiende kankercellen effektief beschadigt. Dr. R.A.de Weger, die dit heeft ontdekt en op zijn onderzoek promoveerde, stelt dan ook dat het veel zin heeft de oorzaak van die beschadiging te onderzoeken omdat daarin misschien het antwoord ligt op de vraag waarom kankercellen niet door het afweersysteem kunnen worden aangepakt.

Een elektronenmikroskoop-opname van een makrofaag. Door lymfocyten blijken makrofagen van een stof voorzien te kunnen worden waarmee ze kankercellen herkennen en doden. Kankercellen zien echter op hun beurt kans de lymfocyten te beletten die waarschuwingsstof af te geven. Hoe dat gebeurt weet men nog niet. Foto Dr.K.P.Dingemans



Middel tegen kanker werkt niet

Een tweede onderzoek aan de universiteit van Utrecht heeft een streep gehaald door de hoopvolle verwachting dat een medikament ontdekt was dat geschikt leek om kankercellen te bestrijden en tegelijk gezonde cellen zoveel mogelijk te sparen. Een veelgebruikt middel om kanker te bestrijden, is methotrexaat. Die stof hoort tot de groep van zogeheten antimetabolieten. Dat zijn stoffen die in hun struktuur lijken op stoffen die van nature in het lichaam voorkomen en die via het blokkeren van bepaalde omzettingsreakties in de celkern het delingsproces van kankercellen voorkomen. De blokkade waar methotrexaat voor zorgt, verstoort de aanmaak van purine en thymidine; dat zijn stoffen die in de overdracht en vertaling van erfelijke eigenschappen van cellen een rol spelen. Door de blokkade wordt de celdeling in de war gebracht en daarmee de celvermenigvuldiging afgeremd. Dat is voor het bestrijden van kankercellen uiteraard positief, maar het effekt werkt tegelijk ook op de gezonde cellen van het lichaam en dat is niet de bedoeling. Uit experimenteel onderzoek was nu gebleken dat een kombinatie van methotrexaat en thymidine de kankercellen wel beïnvloedde, maar de gezonde cellen niet. Daarmee was een zeer nuttig medikament ontdekt. Helaas echter blijkt die uitkomst een toevalstreffer te zijn geweest. Dr. J.H. Schornagel heeft de kombinatie van stoffen in het laboratorium en in proefdieren onderzocht en in het algemeen blijkt het eerder ontdekte effekt niet op te treden. Thymidine remt zelfs het antikankereffekt van methotrexaat. Tegelijk is ook gebleken dat thymidine op zich in hoge koncentraties wel enig effekt op sommige gezwellen heeft, maar de stof is dan voor gezonde cellen behoorlijk giftig. Door dat neverschijnsel is thymidine als remmer van kankercelgroei niet bruikbaar.

Weinig eten maakt ouder en helpt tegen kanker

In het kankeronderzoek zijn muizen veel gebruikte proefdieren. Uit dit type onderzoek, maar ook uit ander speurwerk is de laatste jaren gebleken dat muizen wel varen bij weinig eten. Muizen die vanaf een leeftijd van 3 tot 6 weken voortdurend weinig te eten kregen, maar wel genoeg om niet ondervoed te raken, werden minder snel oud, leefden langer en kregen beduidend minder spontane kankergezwellen. Twee onderzoekers van de Universiteit van California in Los Angeles hebben zich nu bezig gehouden met de effekten van weinig voeding bij al wat oudere muizen. De beestjes waren al 12 à 13 maanden oud, toen ze op een karig menu gezet werden. Ook in dit geval bleek er effekt te zijn. De muizen werden gemiddeld 10 tot 20% ouder dan leeftijdgenoten die gewoon te eten kregen. Ook hadden ze veel minder last van gezwellen in lymfeweefsels. Deze resultaten kunnen niet zonder meer naar de mens vertaald worden. Wel leveren ze inzicht in lichaamsprocessen die te maken hebben met veroudering en celdelingsprocessen.

Kankercellen uithongeren

Kankercellen hebben, net als gewone cellen, voedsel nodig. Door ze af te snijden van de normale bloedtoevoer kunnen ze "uitgehongerd" worden. Experimenten met muizen hebben laten zien dat dergelijke van bloed verstoken kankercellen binnen 24 uur doodgaan. Het probleem is natuurlijk hoe de bloedtoevoer afgesneden moet worden zonder dat de gezonde cellen in de buurt daar ook door getroffen worden. Onderzoekers in het Mount Vernon ziekenhuis bij Londen zijn, onder leiding van dr. Julie Denekamp, op zoek naar een geschikt middel. In het laboratorium is ontdekt dat cellen langs bloedvaatjes die naar een kankergezwel leiden, veel sneller groeien dan cellen langs gewone bloedvaten. Als nu een stof gemaakt kan worden, die reageert op die snellere celgroei langs de bloedvaten en vervolgens die bloedvaten blokkeert, dan zou daar een aktief en selektief werkend middel tegen groeiende gezwellen mee geproduceerd zijn. Proeven hebben uitgewezen dat met het blokkeren van één bloedvat een hoeveelheid kankercellen van maximaal 10.000 uitgehongerd en gedood kan worden.

Medisch nieuws 2

Nieuwe aanwijzing oorzaak MS

In Australië is een onderzoek van start gegaan waar veel mensen hun hoop op hebben gevestigd. Dr. Piero Giorgi van de Universiteit van Queensland, heeft een bedrag toegezegd gekregen voor twee jaar onderzoek om zijn ontdekking verder uit te werken. Voornaamste geïnteresseerden zijn lijders aan multiple sclerose (MS). MS is een langzaam maar gestaag voortschrijdende aantasting van het zenuwstelsel. Omdat zenuwbundels de belangrijkste verbindingswegen zijn tussen hersenen en lichaam, leidt MS in de regel tot het verlies van kontrole over het hele lichaam: beweging, spraak, zicht, geheugen, koördinatie en zelfs emotie. Hoewel het duidelijk is dat het bij MS gaat om afbraak van de isolerende myelineschede rond de zenuwcellen, is de oorzaak daarvan tergend onbekend. Het onderzoek is zich inmiddels gaan koncentreren op drie mogelijke oorzaken. Het kan een virus zijn, het kan een ontregeling zijn van het natuurlijke afweersysteem (witte bloedlichaampjes blijken veelal betrokken bij de afbraak), terwijl tenslotte een kombinatie van de twee niet wordt uitgesloten. Giorgi heeft zijn geld gekregen omdat hij vorig jaar voor het eerst een groep eiwitten in het centrale zenuwstelsel ontdekte. Om deze eiwitten gaat het bij het zoeken naar een oorzaak van MS. De eiwitten bevinden zich tussen de zenuwcellen en hun myelineschede. Volgens Giorgi verzorgen deze membraaneiwitten het kontakt tussen de zenuwcellen en de helpercellen of oligodendrocyten. De helpercellen zijn verantwoordelijk voor de vorming van het myeline. De twee typen cellen werken samen om het myeline voor afbraak te behoeden. Als dat zo is, redeneerde Giorgi verder, dan zou de afbraak van het myeline zoals dat bij MS optreedt, wel eens iets anders kunnen zijn dan de afbraak van de helpercellen, wat tot nog toe altijd werd verondersteld. Na Giorgi's vondst kan ook worden verondersteld dat de gevonden eiwitten niet goed funktioneren en dan blijft het kontakt tussen zenuwcellen en helpercellen onvolledig. Een slecht kontakt maakt het onmogelijk de myelineschede van afbraak te vrijwaren. In hoeverre Giorgi's theorie de waarheid benadert, zal in de komende twee jaar moeten blijken. De resultaten kunnen wel eens van vitaal belang zijn voor de behandeling van deze ziekte van het zenuwgestel.JB

Zenuwen bevriezen tegen pijn

Chirurgen in twee Londense ziekenhuizen gebruiken een heel nieuwe techniek om heftige pijn na operaties te bestrijden. Ze bevriezen de zenuwen in het geopereerde gebied waardoor die enkele weken lang vrijwel geen pijnprikkels geven. De techniek wordt op dit moment gebruikt bij mensen die een operatie aan een orgaan in de borstkas hebben ondergaan. Die operaties zijn berucht door de heftige pijn na de ingreep. Dat komt omdat er een lange snee in de huid gemaakt moet worden en de ribben met kracht weggedrukt om toegang tot de borstholte te geven. De weggedrukte ribbekast zorgt voor grote aantallen kneuzingen die bijzonder veel pijn veroorzaken. Meestal geeft men de patiënten na de operatie dan ook pijnstillers. Die maken de patiënt echter suf en sloom waardoor hij of zij in bed blijft, terwijl dat bijvoorbeeld het gevaar voor het ontstaan van bloedklonters vergroot. Ook zullen deze patiënten, als ze veel pijn hebben, moeite doen om heel voorzichtig adem te halen en dat benadeelt de longfunktie. De pijn vermindert verder de eetlust. Al deze faktoren vertragen het herstel na de operatie. Met de bevriezingstechniek voelen de patiënten de eerste paar weken nauwelijks iets in hun borstkas, dus ook geen pijn. Er blijken geen nadelige effekten bij op te treden, terwijl het voordeel is dat de betrokkenen zich goed voelen, bewegen, goed ademen, goed eten en daardoor sneller herstellen. Het bevriezingsapparaatje, dat zo'n 5500 gulden kost, bestaat uit een sonde waarin gas adiabatisch kan verdampen. Dat leidt tot een temperatuur van −60 °C. De behandelde zenuwen gaan daar niet van dood, maar raken wel enige tijd uitgeschakeld. De behandeling duurt per zenuw zo'n 30 sekonden. Hij wordt aan het eind van de operatie uitgevoerd, wanneer de patiënt nog onder narkose is, en neemt in totaal rond tien minuten in beslag. De verlenging van de operatieduur is dus betrekkelijk klein, terwijl de patiënt er veel voordeel van heeft. Het bespaart ook kosten, want er zijn geen pijnstillers nodig en minder verpleegkundige hulp en fysiotherapie.



Het bevriezen van een zenuw. Foto LPS

Bloed spoelen bij vergiftiging

Een rondpompopstelling zoals die onder andere bij hartoperaties gebruikt wordt, blijkt veel beter geschikt om mensen die ernstig vergiftigd zijn, te behandelen dan de op dit moment meer gebruikelijke technieken. Tot die bevinding kwam dr. G. de Groot die afgelopen mei aan de Rijksuniversiteit van Utrecht promoveerde op een onderzoek naar het effekt van hemoperfusie bij de behandeling van akute vergiftigingen. Bij hemoperfusie wordt het bloed uit het lichaam gepompt en door een kolom geleid die gevuld is met absorberend materiaal. De giftige stoffen (vooral uit geneesmiddelen, slaaptabletten en dergelijke) blijven op het materiaal in de kolom achter en het gezuiverde bloed wordt weer de patiënt ingepompt. Omdat hemoperfusie snel kan worden uitgevoerd, daalt de kans op komplikaties sterk. Veel mensen die vergiftigd zijn of zichzelf dat hebben aangedaan, raken in koma en hoe langer dat duurt, hoe groter de kans op blijvende gevolgen, vooral hersenbeschadiging. Ook hebben de gifstoffen minder uitwerking wanneer ze snel weer uit het bloed gehaald kunnen worden. Een voordeel van de techniek is verder dat de noodzakelijke apparatuur in veel ziekenhuizen al aanwezig is of in ieder geval op de markt is.

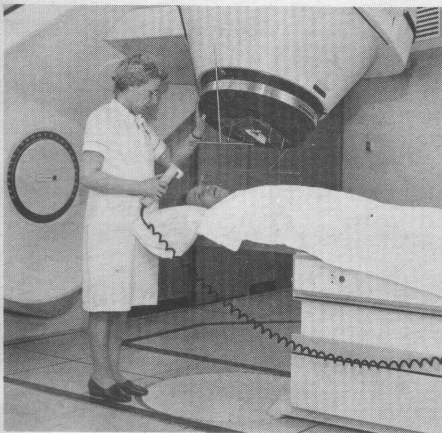
Vruchtwateronderzoek betrouwbaar

De afgelopen jaren zijn verscheidene onderzoekmethoden ontwikkeld om aangeboren afwijkingen vóór de geboorte te kunnen opsporen. Met een van die methoden, het vruchtwateronderzoek, kan een beperkt aantal ernstige afwijkingen, chromosoomafwijkingen en fouten aan de zenuwbuis door het ruggemerg (waardoor het "open ruggetje" ontstaat) tijdens de zwangerschap al ontdektworden. Deonderzoekmethodeblijkt heel betrouwbaar te zijn en aan de noodzakelijke punktie (een prik in de baarmoeder om een vruchtwatermonster te verkrijgen) is minder risiko verbonden dan eerst werd gedacht, tenminste wanneer die punktie door een ervaren iemand wordt uitgevoerd. Tot deze konklusie zijn dr. Marianne Verjaal en dr. Nicolaas Leschot gekomen in een onderzoek waarop ze afgelopen mei promoveerden aan de Universiteit van Amsterdam. Vruchtwaterpunkties worden rond het begin van de vierde maand gedaan bij vrouwen die een verhoogd risiko lopen een kind met een van de genoemde afwijkingen ter wereld te brengen. Verjaal en Leschot rapporteren bevindingen van vruchtwaterpunkties die in het Instituut voor Antropogenetica in Amsterdam zijn gedaan. Bij bijna de helft van alle onderzochte vrouwen werd een punktie uitgevoerd vanwege hun leeftijd (38 jaar of ouder). De overige vrouwen hadden allerlei medische of genetische indikaties. De kans op een miskraam als gevolg van de punktie blijkt vrij klein, maar wel samen te hangen met de ervarenheid van de gynaekoloog die de punktie uitvoert: 0,3% bij een ervaren gynaekoloog en 3,5% bij een betrekkelijk onervaren gynaekoloog. De chromosoombepaling blijkt volgens het onderzoek lang niet altijd een duidelijk beeld op te leveren; in dertig procent van de gevallen kan op basis van die bepaling niet voorspeld worden wat de gevolgen van de gekonstateerde afwijking voor het kind zullen zijn. Het oordeel over het uitvoeren van de punktie verschilt van vrouw tot vrouw zeer sterk. De geadviseerde abortussen (56 op 2000 onderzochte vrouwen) zorgden voor veel emoties, maar toch zou het merendeel van deze vrouwen een volgende keer weer een abortus laten uitvoeren. Van alle vrouwen die voor een vruchtwaterpunktie in aanmerking kunnen komen, wordt maar een vrij klein deel ook werkelijk onderzocht. Onbekendheid met het onderzoek en waar het gedaan kan worden, is daar waarschijnlijk de oorzaak van.

Duurder beter in gezondheidszorg?

De medische wereld beschikt over zeer geavanceerde en ook peperdure apparatuur, waarmee steeds meer mogelijk is. De vraag rijst echter of hier de baten wel tegen de kosten opwegen. Zijn bij steeds moderner apparaten de resultaten ook beter? Toegespitst op drie technieken waarmee een bestralingstherapie voor kankerpatiënten wordt

bepaald, heeft de Leidse arts dr. J.W.H.Leer zich met deze vraag bezig gehouden, en zijn antwoord is: *nee*. Leer ging voor het Akademisch Ziekenhuis in Leiden na of betere apparatuur, van gewone technieken via een geavanceerd röntgenfotoapparaat (simtomix) tot komputertomograaf, ook leidde tot een betere therapie. Zo'n relatie bleek niet aantoonbaar. Daarbij ontdekte Leer dat de oorzaak ligt in de opvatting van de betreffende medikus over de vraag hoe behandeld moet worden. Iemand die vindt dat hij van een gezwel precies moet weten hoe groot het is en waar het ligt, neemt zijn toevlucht tot de dure komputertomograaf. Iemand anders kan vinden dat hij zo'n grote nauwkeurigheid niet nodig heeft en volstaat dan met langs eenvoudiger weg verkregen gegevens (röntgenfoto's, operatieverslagen en dergelijke). Het oordeel van de medikus blijkt in veel gevallen te bepalen welke techniek gebruikt zal worden, en hoe duur daarmee een behandeling wordt. Leer stelt dat zijn bevinding eigenlijk een open deur is, die echter heel weinig opgemerkt is. Hij vindt dat zijn resultaten gebruikt kunnen worden om efficiënter en goedkoper met de dure apparatuur om te gaan. Overigens zal dat niet zoveel besparen. Er is wel eens uitgerekend dat het met vijftig procent verminderen van de vier duurste medische technieken (bewaking van ongeboren kinderen, "omleiden" van de hoofdslagader tijdens een hartoperatie, komputertomografie en nierdialyse) de gezondheidszorg maar vier procent goedkoper zou maken. De kosten zitten vooral in de geweldige aantallen kleine laboratoriumverrichtingen en -analyses. Een beter doordacht gebruik daarvan zou meer besparingen opleveren dan het gehak met de botte bijl dat de overheid nu ten beste geeft.



Een neutronenstraler om kanker te behandelen. Het ontwerpen van het bestralingspatroon is meer afhankelijk van de uitgangspunten van de behandelende arts dan van het geavanceerde karakter van de diagnose-apparatuur. Foto LPS

Goede hersenontwikkeling door slaap

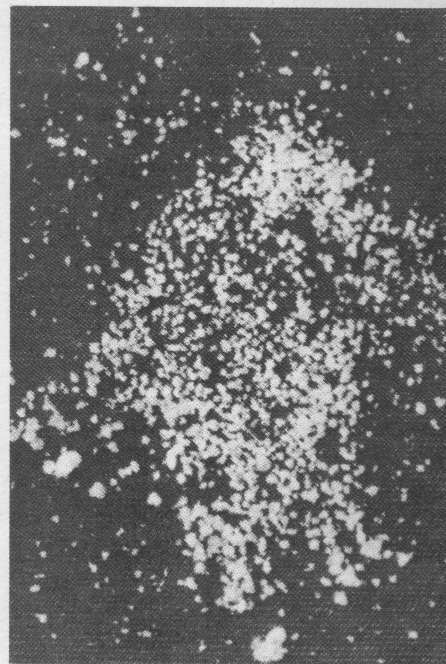
Voor en vlak na hun geboorte brengen kinderen, net als dieren, een groot deel van hun tijd in droomslaap door. Naarmate ze ouder worden, neemt het percentage droomslaap ten opzichte van andere slaap af. De droomslaap, die in de vakliteratuur REM-slaap wordt genoemd (naar Rapid Eye Movements, snelle beweging van de -gesloten- ogen), blijkt een belangrijke rol te spelen bij de ontwikkeling van de hersenen. Wanneer de droomslaap in dat stadium van de ontwikkeling, bijvoorbeeld door medicijnen, wordt onderdrukt, kunnen hersenontwikkeling en gedrag blijvend worden verstoord. Tot die konklusie kwam dr. Majid Mirmiran die afgelopen juni aan de Universiteit van Amsterdam promoveerde op een onderzoek naar het verband tussen REM-slaap en hersenontwikkeling. Hij konstateerde uit onderzoek bij jonge ratten, dat het onderdrukken van de droomslaap door medicijnen op latere leeftijd gestoord gedrag bij het verkennen van de omgeving en in het seksuele gedrag tot gevolg had. Ook bleek de hersenschors kleiner dan normaal te zijn. Anderzijds bleek dat ratten die rustig mochten droomslapen en die opgroeiden in een omgeving waarin andere soortgenoten waren en telkens ander "speelgoed" stond, een versterkte hersenontwikkeling vertoonden. Aktivering van de droomslaap, waarin indrukken worden verwerkt, blijkt een belangrijke faktor. De uitkomsten wijzen erop dat het gebruik van geneesmiddelen door zwangere vrouwen, van invloed kan zijn op de hersenontwikkeling van het ongeboren kind. Met name middelen tegen hoge bloeddruk, migraine en depressie, slaaptabletten en kalmerende middelen, en verscheidene soorten hormonen en alkohol hebben, blijkens het onderzoek bij de ratten, negatieve invloed op de droomslaap. Grote voorzichtigheid in het gebruik daarvan is kennelijk geboden.

Betere vooruitzichten voor niertransplantaties

Hoewel de resultaten van niertransplantaties steeds beter worden, blijven er veel onopgeloste problemen. Zonder antwoorden op die vragen wordt een voorspelling vooraf over het resultaat dat van een transplantatie kan worden verwacht, bemoeilijkt. In het verleden is al gebleken dat de rhesusaap een heel geschikt proefdier is voor onderzoek naar betere transplantatietechnieken. Afgelopen mei promoveerde aan de Rijksuniversiteit van Leiden dr. J.C.C.Borleffs op een onderzoek naar methoden om het afstotingsproces na een transplantatie te onderdrukken. Dr. Borleffs is verbonden aan het Primatencentrum TNO in Rijswijk. In zijn proefschrift beschrijft hij, voor het eerst, het verschijnsel dat transfusies met alleen maar thrombocyten (bloedplaatjes) gegeven aan de ontvangers van een transplantatie, een bijzonder gunstig effekt hebben op het overleven van het transplantaat. Transfusies met zogenaamd "vol bloed" kunnen ook een dergelijke positieve invloed hebben, maar er treden vaak komplikaties op die bij de thrombocyten-transfusie uitblijven. Deze transfusie-bevinding heeft grote waarde voor de praktijk. Vermoedelijk ook van groot belang voor de behandeling van patiënten na een niertransplantatie, is de invloed van het nieuwe geneesmiddel Cyclosporine A. Niet alleen blijkt het bij de apen mogelijk met dit middel de afstotingsreaktie van het lichaam tegen het transplantaat goed te remmen, maar ook zijn tot nog toe zelfs bij langdurige toediening geen ernstige bijwerkingen gekonstateerd, terwijl bij de middelen die nu in gebruik zijn, wel vaak vervelende neveneffekten optreden.

Nierstenen verwijderen met geluid

Sinds afgelopen mei worden in het ziekenhuis Grosshadern in München nierstenen verwijderd zonder dat er geopereerd hoeft te worden. Men gebruikt er geluid waarmee in de nieren schokgolven worden opgewekt. De starre nierstenen kunnen daar niet tegen en verbrokkelen. De resulterende brokjes kunnen door het lichaam zelf verder worden verwijderd. De schokgolven richten in de nieren en omgeving zelf geen schade aan omdat die weefsels zo elastisch zijn dat ze met de golven mee kunnen bewegen en zo geen energie opnemen. Voor de behandeling wordt de lijder aan nierstenen in een soort badkuip gelegd die gevuld wordt met water. Dat doet men omdat water ongeveer dezelfde akoestische eigenschappen heeft als de lichaamsvloeistoffen en door de golven onder water op te wekken, geschiedt de overdracht naar het lichaam zonder schade. Boven water zitten twee röntgenmonitoren waarmee de positie van de te bewerken nier wordt bepaald. Die gegevens gebruikt men dan om de patiënt zodanig te oriënteren dat de betreffende nier precies in de één centimeter smalle geluidbundel ligt. De techniek om de nierstenen te vergruizen stamt uit de luchtvaarttechniek. Vliegtuigfabrikant Dornier heeft de techniek geschikt gemaakt voor medische toepassing. Tot afgelopen mei waren ongeveer 2000 mensen met sukses behandeld en sindsdien is het apparaat operationeel. In de regel is één behandeling genoeg en dat is voor de patiënt veel minder onaangenaam en voor het ziekenhuis goedkoper (geen operatie en geen verblijf in het ziekenhuis). De Duitse vinding heeft over de hele wereld de aandacht getrokken.



Nierstenen vergruisd met een schokgolf van geluid; één behandeling is genoeg. Foto Dornier

Laser tegen nierstenen

In het Urologisch Instituut van de Universiteit van Londen wordt gewerkt aan een methode om nierstenen die zelfs met schokgolven van geluid niet aan te pakken zijn, te verwijderen. Sommige stenen zitten zo ingekapseld in weefsels dat ze ongevoelig zijn voor schokgolven. In het Londense instituut experimenteert men nu met een laserbundeltje dat via een glasvezelkabeltje in de nier wordt "gestoken" en de problematische stenen van korte afstand bestraalt. In het laboratorium werkt de techniek uitstekend. Binnenkort wordt hij voor het eerst in de praktijk beproefd.

Bloed onder onze mikroskoop

Hans Schouten

Ons bloed weerspiegelt de gezondheidstoestand van het lichaam, althans voor wat betreft sommige aspekten. Informatie daarover wordt gegeven door het aantal rode en witte bloedlichaampjes en de differentiatie van deze laatste. Onderzoek aan de bloedlichaampjes kunnen we zelf met onze eigen mikroskoop doen. Hoe, dat valt in dit artikel te lezen.

Bloed is de voornaamste vloeistof in ons lichaam. Al in de oudste geschriften vinden we passages waaruit blijkt dat ook toen al bloed als essentieel voor het leven werd gezien. Er zijn ook heel wat woorden die het belang van bloed aangeven, zoals bloedverwant, bloedwraak, bloedserieus, bloedgeld, bloedoffer. Een tegenwoordige dokter zal steeds een bloedonderzoek uitvoeren of laten uitvoeren, wanneer hij iets meer over een bepaald ziektebeeld van zijn patiënt wil weten. Vooral dat laten uitvoeren neemt nogal veel tijd in beslag. De patiënt moet er voor naar het ziekenhuis of een speciale "prikzuster" aan huis laten komen om het noodzakelijke bloedmonster te laten nemen.

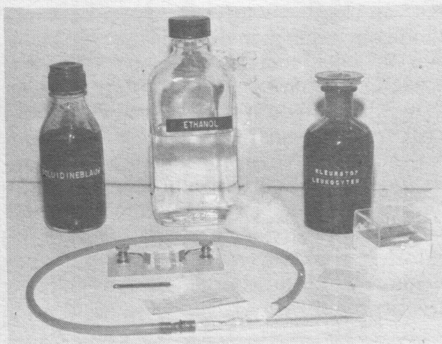
Een waarschuwing vooraf

Een bloedonderzoek is slechts één van de hulpmiddelen om de juiste diagnose bij een ziekte te stellen. Alleen samen met verschillende chemische eigenschappen van het bloed en een verder onderzoek, dat alleen door geschoolde artsen kan worden verricht, kan een juiste diagnose worden gesteld. Gaat u dus nooit op eigen houtje aan de hand van de door u gevonden resultaten van uw amateur-bloedonderzoek medicijnen slikken omdat u denkt dat u die of die ziekte heeft. Dat zijn zaken die alleen de arts door zijn jarenlange opleiding en praktijkervaring kan en mag doen (en zelfs hij weet het niet altijd). Wel heeft de dokter bij een bezoek veel aan het door ons al bepaalde bloedbeeld. Aan de hand daarvan kan hij een doelgerichter onderzoek instellen en sneller tot een diagnose komen, omdat hij nu over cijfers beschikt die hij anders eerst nog zou moeten laten bepalen. **Maar raadpleeg steeds uw huisarts!**

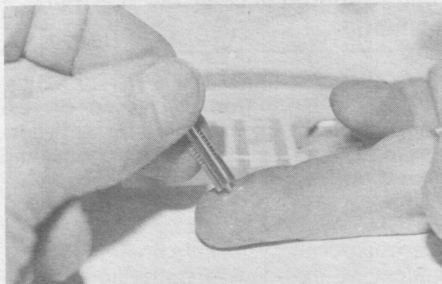
Wat is bloed?

Bloed komt als een rode vloeistof tevoorschijn wanneer men zich verwondt. Dat het een heel bijzondere vloeistof is, ontdekte al Antonie van Leeuwenhoek toen hij een jong glasaaltje onder de mikroskoop legde om te zien hoe het bloed door zo'n beestje stroomde. Met het

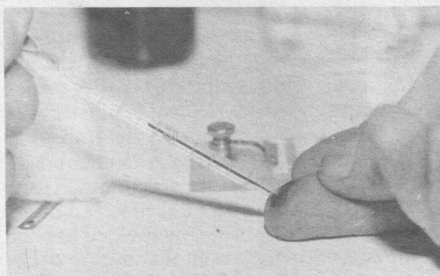
De benodigdheden voor het besproken bloedonderzoek. Op de voorgrond een leukocytenpipetje. Een aangekoppeld slangetje maakt het opzuigen van het bloed wat eenvoudiger. Achter het pipetje zijn een bloedlancet, los en in een steriel envelopje, en een telkamer te zien. Rechts de bekende voorwerp- en dekglaasjes en enkele propjes watten. Op de achtergrond flessen met toluidineblauwoplossing, ethanol en leukocytenkleurstof. ▽



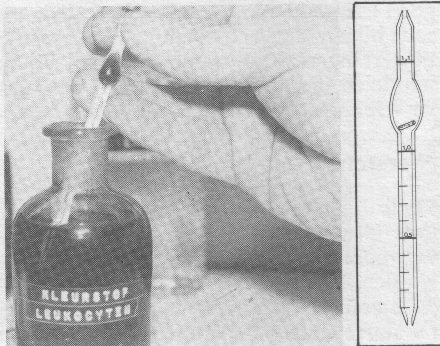
Om een bloedmonster te krijgen wordt met een steriel bloedlancetje een wondje in een vingertop gestoken. Uiteraard moet de vingertop eerst met een in alkohol gedrenkt watje ontsmet worden.



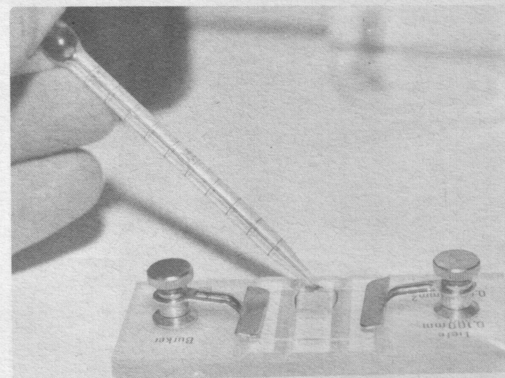
Met een pipetje wordt een beetje van de bloeddruppel op de vingertop in het pipetbuisje gezogen tot aan het streepje "1,0".



Het pipetje met de druppel bloed wordt tot aan het streepje "1,1" volgezogen met in dit geval de kleur-verdunningsvloeistof voor leukocyten. Door schudden van het buisje wordt het geheel in het bolletje goed gemengd. Met twee vingers de beide uiteinden van het pipetje dichthouden tijdens het schudden.



Een telkamer voor bijvoorbeeld bloedcellen. Op de bovenste tekening is de telkamer overlangs doorgesneden. Door diepe voren in het glas ontstaan drie heuveltjes, waarvan het middelste 0,1 mm lager is dan de twee andere. Een speciaal dik dekglas rust op de twee buitenste heuvels. Het oppervlak van het middelste is met vierkantjes verdeeld in een netwerk. De grote vierkanten A, B, C en D hebben een oppervlak van 0,64 mm^2, de vierkantjes a, b, c en d hebben een oppervlak van 0,04 mm^2 en de kleinste vierkantjes hebben een oppervlak van 0,0025 mm^2. In de tekst wordt de telmethode beschreven. ▷



Het mengsel van bloed en verdunningsvloeistof (al of niet met kleurstof) wordt met de pipet aan de rand van het dekglaasje gebracht, waar het de telkamer in kan lopen. De klemmen zorgen ervoor dat het dekglas niet verschoven wordt of wegdrijft. Deze klemmen maken een telkamer extra kostbaar. Zonder klemmen kan men ook werken.

◁ **Een bloedverdunningspipetje zoals dat in de tekst wordt besproken. In het gebruik wordt het buisje eerst vol met bloed gezogen tot het streepje 1,0. Daarna wordt de verdunningsvloeistof in het bolletje gezogen tot aan het streepje 1,1. Na goed schudden, waardoor het glazen staafje in het bolletje het bloed mengt met de verdunningsvloeistof (de open uiteinden met een vinger dichthouden!), kan een kamertje van de telkamer worden gevuld.**

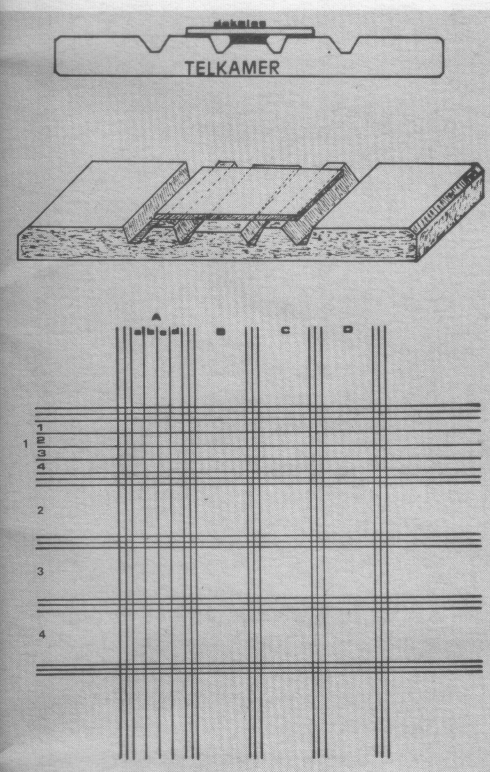
blote oog zag hij grote bloedvaten en hij vermoedde dat de vertakkingen zich heel fijn voortzetten. Met zijn mikroskoopje bevestigde hij dat. Hij zag echter meer. Het bloed was niet zomaar een vloeistof, maar er dreven talloze bloedlichaampjes in een bijna kleurloze vloeistof. Later werden ook nog witte bloedlichaampjes, bloedplaatjes en dergelijke ontdekt, naast een hele reeks chemische eigenschappen.

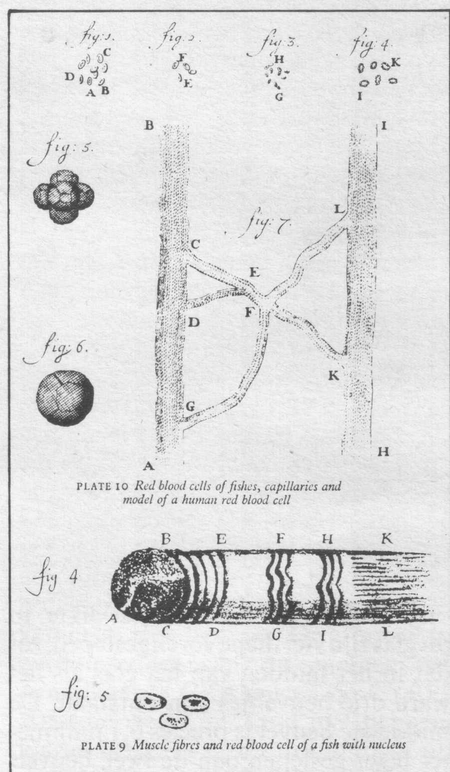
Bloed kan in een centrifuge gescheiden worden in een sediment dat bestaat uit rode en witte bloedlichaampjes (het sediment is donkerrood gekleurd) en een geelachtige vloeistof, het bloedplasma. Dat bloedplasma heeft een zeer ingewikkelde chemische samenstelling. Aan lucht blootgesteld stolt het binnen enkele minuten. De eiwitachtige stof fibrinogeen stolt onder toetreding van lucht tot het onoplosbare fibrine. Ditzelfde fibrine zorgt ervoor dat bij een verwonding het bloed snel stolt.. Gelukkig maar, anders zouden we bij het kleinste wondje leegbloeden. De rampzalige gevolgen van bloederziekte maken dat duidelijk.

Na het stollen scheidt deze fibrinekoek nog een lichtgeel getinte vloeistof af, het bloedserum. Dat is niets anders dan fibrine- en fibrinogeenvrij bloedplasma.

De rode bloedlichaampjes of erytrocyten geven de rode kleur aan het bloed. Zij dragen met behulp van hun hemoglobine zorg voor de zuurstofvoorziening van alle lichaamscellen. Hoe dat precies in zijn werk gaat zullen we hier niet bespreken. Wel kunnen we zeggen dat deze bloedlichaampjes gemiddeld een doorsnede hebben van 7,5 mikrometer. Hun vorm heeft veel weg van een muntstukje waarvan de randen flink verdikt zijn. Hierdoor zijn de randen van een rood bloedlichaampje altijd donkerder gekleurd dan het middengedeelte.

Een gezonde man bezit 4,5 tot 6 miljoen rode bloedlichaampjes per kubieke millimeter bloed. De vrouw moet het met iets minder stellen. Zij heeft 4 tot 5,5 miljoen van die cellen per kubieke millimeter. Dit aantal is een van de kengetallen die interessant zijn voor de arts en die op eenvoudige manier bepaald kunnen worden. Tot slot valt bij het bestuderen van rode bloedlichaampjes onder de mikroskoop op dat ze kernloos zijn. Dat is in tegenstelling tot de later te bespreken witte bloedlichaampjes. Die bezitten een duidelijke kern waarbij de vormen van de kern en de percentsgewijze verdeling van die vormen kenmerkend zijn voor de gezondheidstoestand van de eigenaar.





◁ **Dat bloed bestaat uit een vloeistof waarin bloedcellen zweven, ontdekte Antonie van Leeuwenhoek al. Deze tekeningen laten zien wat hij waarnam door zijn mikroskoopjes bij het bekijken van het bloedvatstelsel van een vis en het bestuderen van menselijk bloed.**

Het prikken

Om een bloedmonster te kunnen nemen, heeft de arts verschillende methoden. Voor een uitgebreid bloedonderzoek zijn gemiddeld zes buisjes van 20 ml noodzakelijk. Het hiervoor benodigde bloed wordt uit een ader in de arm afgetapt en **mag alleen door geschoold personeel worden gedaan!** Voor ons onderzoek zijn maar een paar druppels bloed nodig en die kunnen met behulp van een vingerprik of een prikje in het oorlelletje worden verkregen. Dat is volkomen zonder gevaar, wanneer u zich maar aan een paar simpele regels houdt.

Voor een vingerprik hebben we speciale bloedlancetjes nodig. Die kan iedere apotheek of handel voor medische instrumenten uit voorraad leveren. Ze zijn steriel verpakt in een envelopje en heel goedkoop. Ga niet zitten modderen met naainaalden of dat soort gerei. Het is ongeschikt. Behalve de lancetjes zijn nog wat watten en een beetje alkohol of brandspiritus nodig.

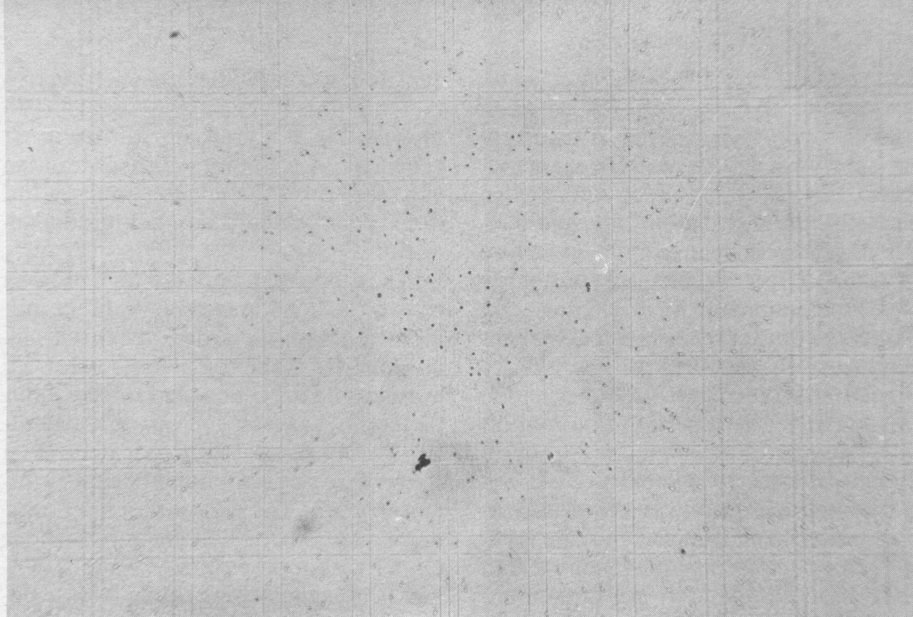
Met een in alkohol gedrenkt propje watten wordt de top van een vinger goed schoongepoetst. Vuil en bakteriën worden hiermee grotendeels verwijderd. Met het bloedlancetje dat nu pas uit zijn verpakking gehaald mag worden om het zo steriel mogelijk te houden, wordt kort maar wel krachtig in de vingertop geprikt. De meest geschikte plaats is even naast het midden van de top, naast de binnenste ring van de vingerafdruk. Nadat het lancetje is weggetrokken, houden we met twee vingers het wondje zo wijd mogelijk open door de huid naast het wondje uit elkaar te trekken. Het bloed zal nu tamelijk vlot naar buiten vloeien. De eerste en de tweede druppel nemen we met een droog watje weg. De derde druppel is geschikt voor het tellen van het aantal rode en witte bloedlichaampjes. De vierde druppel wordt gebruikt om een uitstrijkje te maken voor het onderscheiden, het differentiëren van de witte bloedlichaampjes.

Voor het tellen van rode bloedlichaampjes hebben we een verdunningspipet, een verdunningsvloeistof en een telkamer nodig.

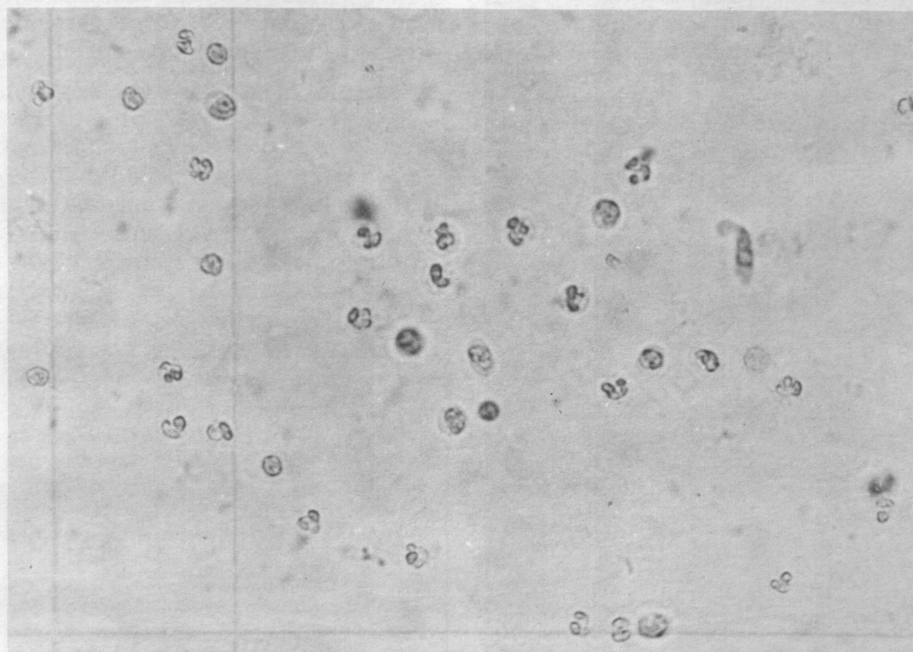
Verdunningspipet

Het aantal erytrocyten is te groot om rechtstreeks onder de mikroskoop te kunnen tellen. Het bloedmonster moet eerst verdund worden met een faktor honderd. Hiervoor wordt een erytrocytenpipet gebruikt. Zo'n pipet bestaat uit een bolletje met een inhoud van precies 1 milliliter, waaraan een buisje met een puntje zit. Op dit buisje staan tien streepjes en de inhoud ervan is precies 0,01 milliliter. Nadat de derde bloeddruppel tevoorschijn is gekomen, wordt het puntje van de pipet in deze druppel gestoken en het bloed voorzichtig opgezogen tot aan het tiende streepje op het buisje. Dan is precies 0,01 ml bloed ver-

zameld. Uit een flesje verdunningsvloeistof wordt nu zoveel vloeistof opgezogen dat het bolletje helemaal wordt gevuld tot aan het streepje net boven het bolletje in het buisje waarmee gezogen wordt. In het bolletje zit een glazen staafje. Door het buisje krachtig te schudden, wordt met behulp van dit staafje het bloed goed vermengd met de verdunningsvloeistof. Houd daarbij wel de beide uiteinden van het pipetje met twee vingers dicht, anders zou het monster eruit geschud kunnen worden. Met deze verdunde bloedvloeistof vullen we een telkamer. Eerst geven we echter het recept van de verdunningsvloeistof.



Bij een vergroting van 100 maal hebben we een ruim beeldveld met minstens één groot vierkant van de telkamer (oppervlak van het vierkant tussen de drievoudige lijnen 0,64 mm^2). De donkere stipjes zijn de gekleurde witte bloedlichaampjes. Het netwerk van lijnen is goed te zien. De foto is met opzet zo afgedrukt dat hij het meest het beeldkontrast benadert, zoals we dat onder de mikroskoop ervaren.



Bij een vergroting van 400 maal zien we veel meer details, waaronder de duidelijk gekleurde kernen van de leukocyten. Bij deze vergroting kunnen we net een vierkantje van 0,04 mm^2 per beeldveld overzien. We zoeken zo in totaal zestien beeldveldjes af.

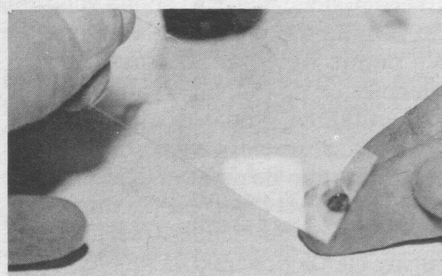
Verdunningsvloeistof

We hebben nodig 200 ml gedestilleerd water, 1 gram natriumchloride (keukenzout), 5 gram natriumsulfaat en 0,5 gram sublimaat.
De stoffen mengen we met het water en de verdunningsvloeistof is klaar. De sublimaat dient voor het konserveren van de vloeistof. Deze zou anders lichtelijk bederven door bakteriegroei. Deze speciale verdunningsvloeistof voorkomt dat de rode bloedlichaampjes bij het verdunnen vervormd worden.

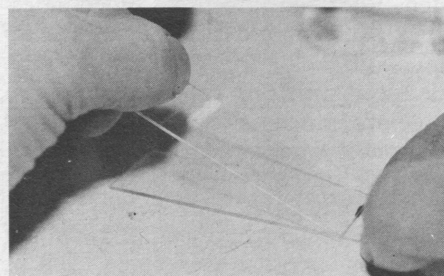
Telkamer

Voor het tellen van cellen, bijvoorbeeld in bloed, wordt een telkamer gebruikt die speciaal voor dit doel is geslepen. Hij bestaat uit een voorwerpglas van ongeveer een halve centimeter dikte. In dit glas zijn vier diepe voren geslepen, zodat in het midden van het glas als het ware drie heuveltjes zijn ontstaan. De middelste heuvel is precies 0,1 millimeter lager geslepen dan de twee heuvels ernaast. Wordt nu een speciaal dekglas op de buitenste heuvels gelegd, dan zal er tussen dit dekglas en de middelste heuvel een ruimte ontstaan van precies 0,1 millimeter dikte. Een laagje vloeistof dat we in ons geval uit het verdunningspipetje in deze ruimte laten vloeien, heeft precies een laagdikte van 0,1 mm. Door op een bepaald oppervlak het aantal cellen te tellen, weten we het aantal cellen in een bepaalde hoeveelheid vloeistof. Inhoud is immers hoogte maal oppervlakte. Op het oppervlak van het middelste heuveltje is een verdeling van grote en kleine en heel kleine vierkantjes gegraveerd.

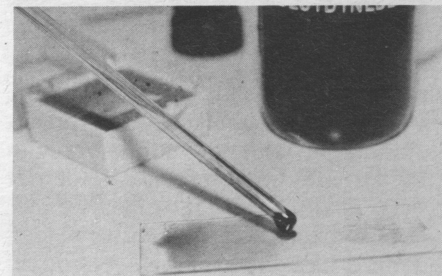
Voor het specifiek kleuren van leukocyten nemen we direkt met een voorwerpglaasje een druppel van de vingertop. Die druppel moet niet te groot zijn; de afmeting van een speldeknop is groot genoeg.

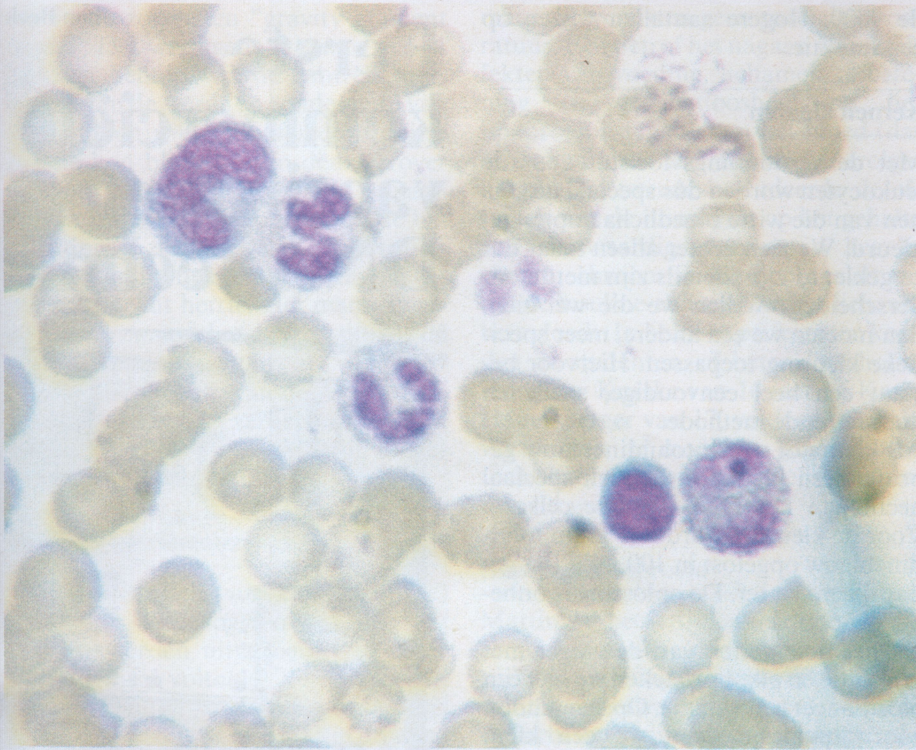


Het druppeltje bloed op het voorwerpglaasje voor de specifieke kleuring van leukocyten wordt met een dekglaasje of een ander voorwerpglaasje uitgesmeerd. Men moet dat snel doen voordat het bloed gaat stollen.

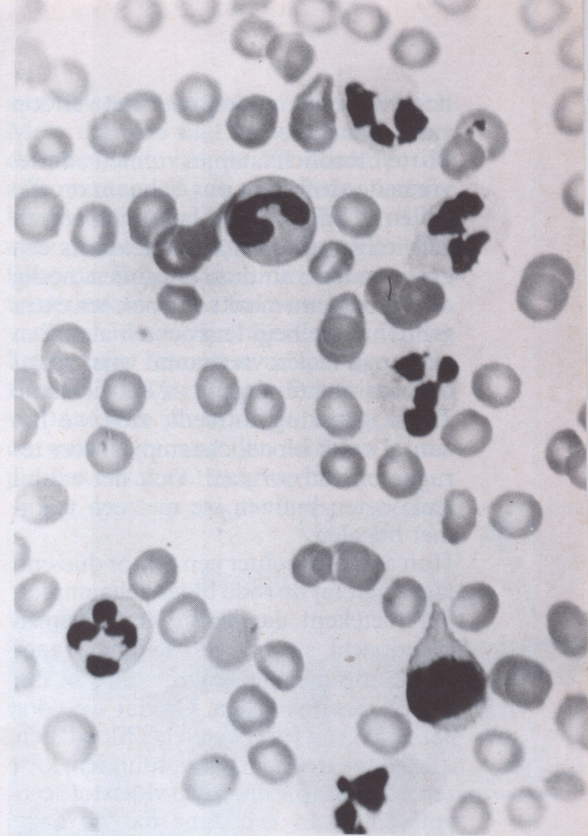


Nadat het bloeduitstrijkje voor de leukocytenkleuring aan de lucht is gedroogd, brengen we een toluidineblauw-oplossing aan.





Witte en rode bloedlichaampjes. De witte hebben door het kleuringsproces een paarsgetinte kern gekregen. De kleinere rode bloedlichaampjes zijn verre in de meerderheid.



Een met toluidineblauw gekleurd uitstrijkje onder een mikroskoop bij een vergroting van 400 maal. De kernen zijn donkerblauw gekleurd en vertonen verschillende vormen. De ongekleurde iets kleinere cellen zijn erytrocyten of rode bloedlichaampjes.

Hierdoor wordt het tellen aanzienlijk vereenvoudigd. In een van de schema's bij dit artikel is de verdeling weergegeven zoals die volgens Türk op telkamers wordt aangebracht. We zien daar drievoudige lijnen en enkelvoudige lijnen. Door de drievoudige lijnen worden 16 vierkantjes aangegeven. Een zijde van zo'n groot vierkantje meet precies 0,8 mm. Het oppervlak van een groot vierkantje is dus 0,64 mm^2. Ieder groot vierkantje, A, B, C of D, is door enkelvoudige lijnen weer in 16 vakjes verdeeld. Het oppervlak van zo'n klein vierkantje is 0,04 mm^2. Waar de drievoudige lijnen elkaar kruisen, vinden we heel kleine vierkantjes, vier stuks per kruising. Een zo'n kleinste vierkantje heeft een oppervlak van 0,0025 mm^2. Omdat de hoogte van de kamer 0,1 mm is, hebben het grote vierkant, het kleine vierkant en het kleinste vierkantje ieder een inhoud van respektievelijk 0,064 mm^3, 0,004 mm^3 en 0,00025 mm^3.

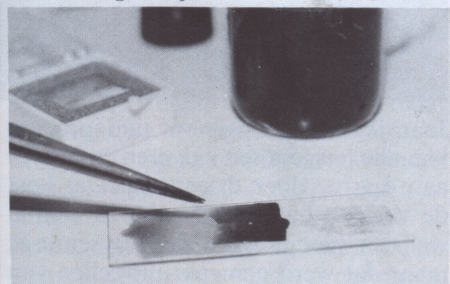
Willen we nu het aantal cellen, in dit geval rode bloedcellen, weten, dan tellen we het aantal binnen een bepaald vierkantje en vermenigvuldigen dat met de inhoudsfaktor en een eventuele verdunningsfaktor van het verdunningspipetje. De inhoudsfaktoren zijn voor 0,064 mm^3 (groot vak) 15,625, voor 0,004 mm^3 (klein vak) 250 en voor 0,00025 mm^3 (kleinste vak) 4000. Voor de rode bloedcellen komt er dan nog de verdunningsfaktor van 100 maal bij. Voor het bepalen van het aantal cellen tellen we hun aantal in de kleine vakjes van 0,004 mm^3. Stel dat we 200 cellen vinden. Het totale aantal is dan 250x200x100 ofwel 5 miljoen. Als algemene formule schrijven we vaak

$n \times I \times v = T$.

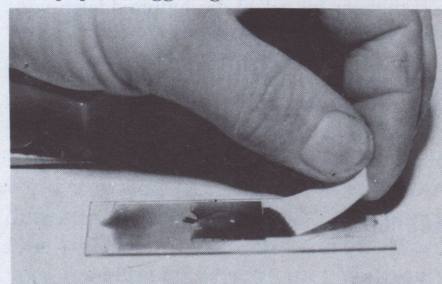
Hierin is n het aantal getelde cellen, I de inhoudsfaktor en v de verdunningsfaktor.

Witte bloedlichaampjes

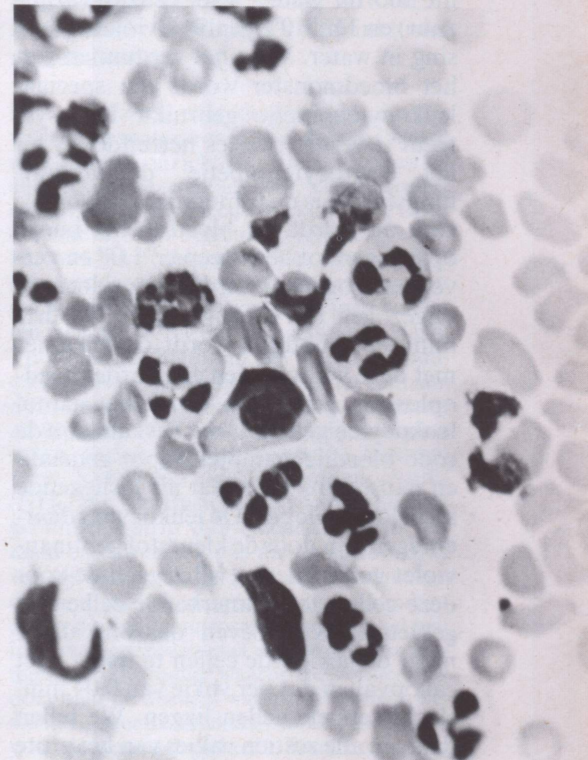
Het aantal rode bloedlichaampjes leert de arts iets over het al of niet aanwezig zijn van bloedarmoede. Een normaal aantal lichaampjes is, zoals gezegd, 5 tot 6 miljoen. Het aantal witte bloedlichaampjes of leukocyten leert echter



Na het aanbrengen van een toluidineblauw-oplossing wordt een dekglaasje op de druppel gelegd. Hanteer dit dekglaasje met een pincet; dat gaat heel handig en men houdt er schone vingers bij.



Het teveel aan kleurstof dat onder het dekglaasje uitkomt, wordt met een stukje filtreerpapier weggezogen.



Bij een ontsteking in het lichaam vindt een toename van het aantal witte bloedlichaampjes plaats. Dit bloedmonster werd genomen uit een etterend puistje en gekleurd met toluidineblauw.

nog veel meer, vooral over het verloop van een ziektebeeld.
Witte bloedlichaampjes ruimen allerlei vreemde stoffen in ons lichaam op. Zo vallen ze bijvoorbeeld bakteriën aan en vernietigen die. Bij een infektie is een groot aantal van deze opruimers nodig en ons lichaam maakt dan ook een extra grote hoeveelheid leukocyten aan. Een verhoogd leukocytenaantal wijst veelal op een infektie ergens in het lichaam. Zodra genezing intreedt, zien we het aantal witte bloedlichaampjes weer terugkeren tot normaal. Ook het aantal leukocyten kunnen we met een telkamer bepalen.
Hun aantal is echter een faktor duizend lager dan bij de rode bloedlichaampjes. Dat betekent dat we bij een normaal bloedbeeld slechts één leukocyt aantreffen op duizend erytrocyten, en dat wordt moeilijk tellen. Omdat we voor het tellen van leukocyten het bloed toch een faktor tien moeten verdunnen, kiezen we als verdunningsvloeistof een oplossing van een zuur dat de rode bloedlichaampjes vernietigt en een kleurstof die de leukocyten kleurt.

Verdunnen en tellen

De kleur-verdunningsvloeistof bestaat uit 100 ml water, 3 ml ijsazijn (azijnzuur) en 1 ml 10% gentiaanviolet-oplossing in water. Voor het verdunnen van het bloedmonster wordt een speciaal leukocytenpipetje gebruikt. Het systeem is verder precies hetzelfde als bij het erytrocytenpipetje; de verdunningsfaktor is nu echter maar tien maal. Ook nu wordt het bloed in het buisje opgezogen tot het streepje "1,0" en vervolgens nog kleur-verdunningsvloeistof bijgezogen tot streepje "1,1". Na drie minuten schudden wordt de telkamer met deze verdunde en gekleurde bloedoplossing gevuld en wordt het aantal leukocyten geteld. Door het zuur zijn de rode bloedlichaampjes kapot gemaakt en nauwelijks zichtbaar als losliggende kleurloze velletjes. De leukocyten daarentegen zijn door de kleurstof gentiaanviolet gekleurd, dat wil zeggen de voor deze cellen zo kenmerkende celkern is gekleurd. We hoeven daarom alleen maar de gekleurde cellen te tellen. Het zal opvallen dat per vakje van 0,04 mm^2 slechts enkele cellen liggen. We tellen daarom alle zestien vakjes van het grote formaat van 0,64 mm^2. Door dit gevonden aantal te vermenigvuldigen met de faktor 15,625 en de verdunningsfaktor vinden we het aantal leukocyten per kubieke millimeter.
Stel dat we 50 leukocyten in een groot vakje vinden. In totaal hebben we dan 50x15,625x10 ofwel 7812 leukocyten per kubieke millimeter. Het aantal leukocyten mag variëren tussen de 5000 en de 9000. Hogere aantallen wijzen op een infektie.

Kernen kleuren

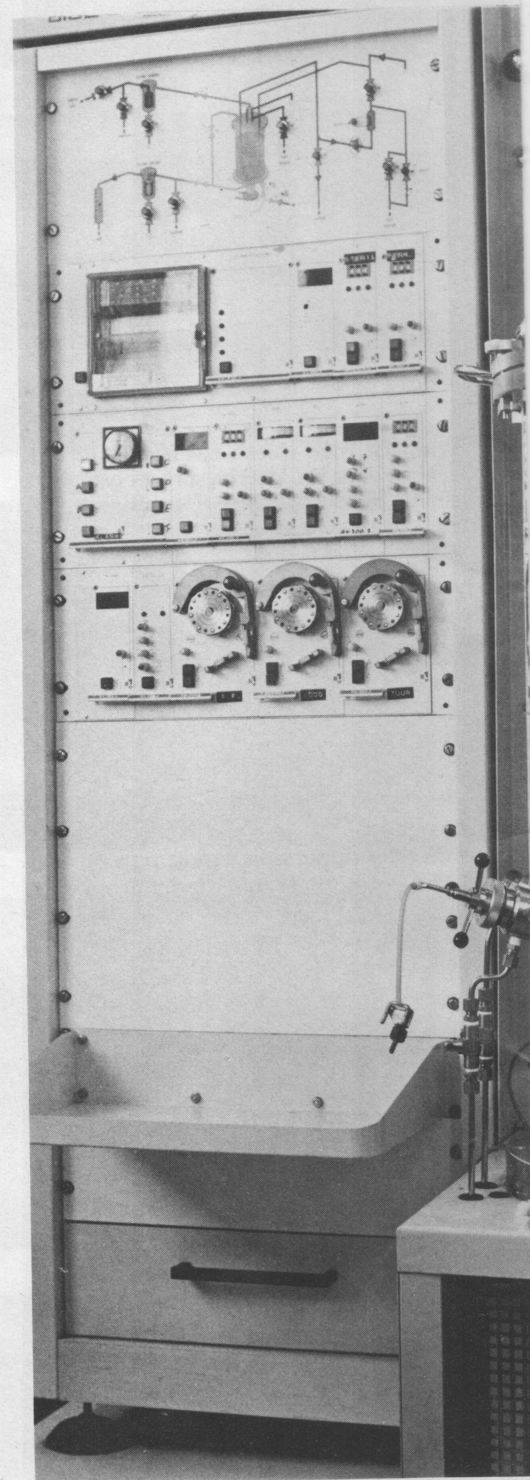
Met de verdunningsvloeistof voor de leukocyten worden dus speciaal de kernen van die witte bloedlichaampjes gekleurd. We zien echter alleen maar dat ze gekleurd zijn, details zijn niet te onderscheiden. Willen we die wel zien, dan moeten we een andere, meer specifieke kleuring toepassen. Hiervoor bestaat een heel eenvoudige, snelle en doeltreffende methode.
Als kleurstof wordt toluidineblauw gebruikt, een kleurstof die zich speciaal hecht aan het DNA van de celkern. Voor de kleuring wordt 0,5 gram toluidineblauw opgelost in 100 milliliter gedestilleerd water. De oplossing is onbeperkt houdbaar.
Na het ontsmetten van de vinger met een watje en alkohol, steken we met een bloedlancet een wondje. Op een schoon voorwerpglaasje doen we een klein druppeltje bloed, niet groter dan een speldeknop. Met een dekglaasje smeren we deze druppel uit over het glasoppervlak. Het preparaat moet nu aan de lucht drogen. Zodra het droog is, brengen we een druppel toluidineblauw op het uitstrijkje en dekken het met een dekglaasje af. Komt er teveel kleurstof onder het dekglas, dan kan dit met een stukje filtreerpapier worden weggezogen.
Het preparaat is nu klaar om bekeken te worden. Gebruik hiervoor een vergroting van minstens 400 maal. Heel duidelijk steken de kernen af tegen de rest van de cel. We zien verschillende stadia van de levensloop van de leukocyt. Een jonge leukocyt heeft een kleine cel met een kern die vrijwel rond is en bijna de hele cel vult. Naarmate de cel ouder wordt, neemt zijn afmeting toe en zal de eerst ronde kern een staafvorm krijgen. In een nog later stadium zien we deze staafvormige kern uiteenvallen in fragmenten, maar deze blijven steeds met een dun draadje aan elkaar verbonden. Eventueel in het bloed aanwezige bakteriën worden ook gekleurd. Aan de leukocyten is nog veel meer te onderscheiden, maar dat komt de volgende keer ter sprake.

Alle in dit artikel genoemde accessoires zijn verkrijgbaar bij zaken die hulpmiddelen voor mikroskopie en het uitvoeren van analyses verkopen. Ook bij sommige apotheken kunt u sukses hebben.

Alle illustraties Hans Schouten

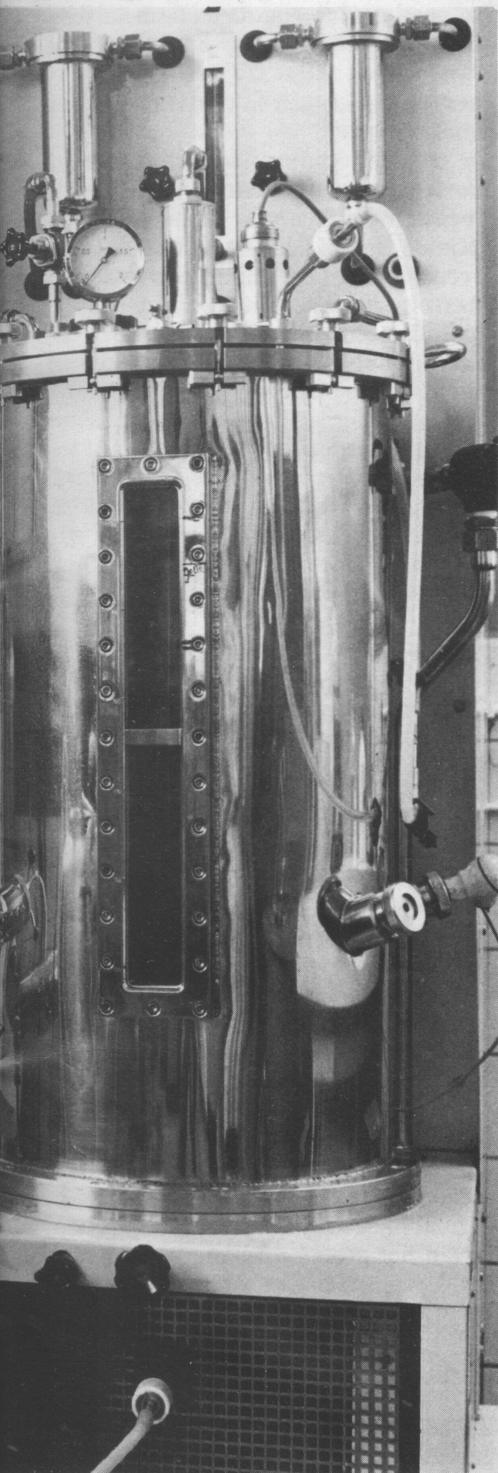
John Beek

Eerste kommerciële vaccin met DNA-techniek



Jaarlijks sterft ongeveer tien procent van alle pasgeboren kalveren en biggen aan diarree door dysenterie. Dat kost de veeteelt handenvol geld. Er was al wel een vaccin tegen deze dysenterie, maar dat werd gemaakt uit cellen van

Het eerste kommerciële vaccin dat met behulp van rekombinant-DNA werd vervaardigd, is op de markt. Het is niet het al veel besproken interferon of menselijk insuline, maar een middel dat dysenterie bij kalveren en biggen tegengaat. Het vaccin is ook niet afkomstig uit het "Mekka" van het rekombinant-DNA onderzoek, Californië, maar uit Nederland. Daarmee zorgde de producent, Intervet in Boxmeer, voor een wereldprimeur.



Rekombinant-DNA werk is niet spektakulair om te zien. In deze fermentor (groeikast) wordt de gerekombineerde bakterie gekweekt die voor het bereiden van het vaccin nodig is.

zieke dieren en die produktiemethode is erg bewerkelijk, werkt maar langzaam en levert daarom een duur middel op. Met de rekombinant-DNA techniek gaat de produktie veel sneller.

Darmbakterie de boosdoener

De dysentrie die veroorzaakt wordt door een bepaald type van de darmbakterie Escherichia coli, is op zich niet de oorzaak van de sterfte. De diarree die er als reaktie op volgt, onttrekt echter zoveel water aan het dier dat het van de uitdroging sterft. De bakteriën scheiden een gif af dat op cholera lijkt en dat leidt tot de diarree.

Zowel in Nederland als bij het Californische bedrijf Cetus Inc. werd het genetische deel van het gif onderzocht. De meeste bakteriegiffen worden gekodeerd door een stuk DNA dat geen deel uitmaakt van het bakteriële chromosoom, of dat alleen bij hoge uitzondering doet. Dat stuk DNA heet een plasmied (waarover we het onder andere in Aarde & Kosmos 10/1980 hebben gehad). Op het speciale plasmied van dit type E. coli werden de kodes gevonden voor twee eiwitten die gemakshalve eiwit A en eiwit B werden gedoopt. Deze twee eiwitten zijn samen verantwoordelijk voor de dood van de dieren en de miljoenenstroppen voor de veehouders.

Eiwit A maakt dat de bakterie zich aan de buitenste cellen van de darmwand kan hechten en zo een kolonie vormen. Dan komt de afscheiding van eiwit B op gang. Dat eiwit zorgt ervoor dat de darmcellen hun niveau aan cyklisch AMP verhogen. Veel hormonen doen dat ook om de cel aktiever te maken. Eiwit B jaagt de aktiviteit van de cel echter veel te hoog op, met diarree en wateronttrekking tot veelal fataal gevolg. De eiwitten A en B worden ook wel aanhechtingsfaktoren genoemd. In ons land was al eerder onderzoek naar de betekenis van de aanhechtingsfaktoren bij ziekteverwekkende bakteriën gedaan door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid in Bilthoven. Informatie over het plasmied was trouwens ook al in ons land beschikbaar, dankzij onderzoek dat aan de Vrije Universiteit in Amsterdam was gedaan.

Rekonstruktie van bakterie

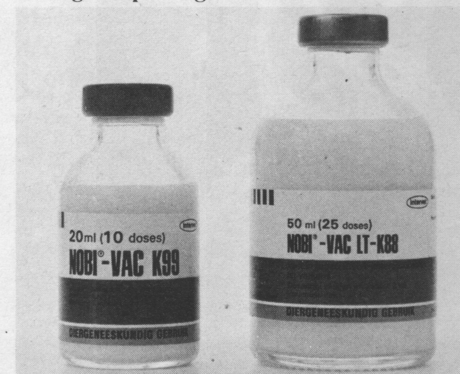
Nadat de biotechnologen de betreffende genen op het plasmied hadden gelokaliseerd, sloegen ze aan het rekombineren. De aanwijzingen voor eiwit A lieten zij intakt. Het gen voor eiwit B werd echter vervangen door een geheel onschuldige kode uit een laboratoriumstam van E. coli. De gerekombineerde bakterie kan dus nog steeds een kolonie vormen, maar kan niet meer de stofwisseling van de darmwandcellen verstoren. De kolonievorming is aanleiding tot een antilichaam-reaktie bij de drager van de bakterie, waardoor het jonge dier immuun wordt tegen de echte gevaarlijke typen bakteriën. Het vaccin nu bestaat uit de "nieuwe" aanhechtingsfaktoren die in het laboratorium door de gerekombineerde bakteriën worden gemaakt. Dat vaccin wordt bij de moederdieren ingespoten en komt via de moedermelk in de jonge beesten terecht, zodat zich bij hen die antilichaam-reaktie voordoet.

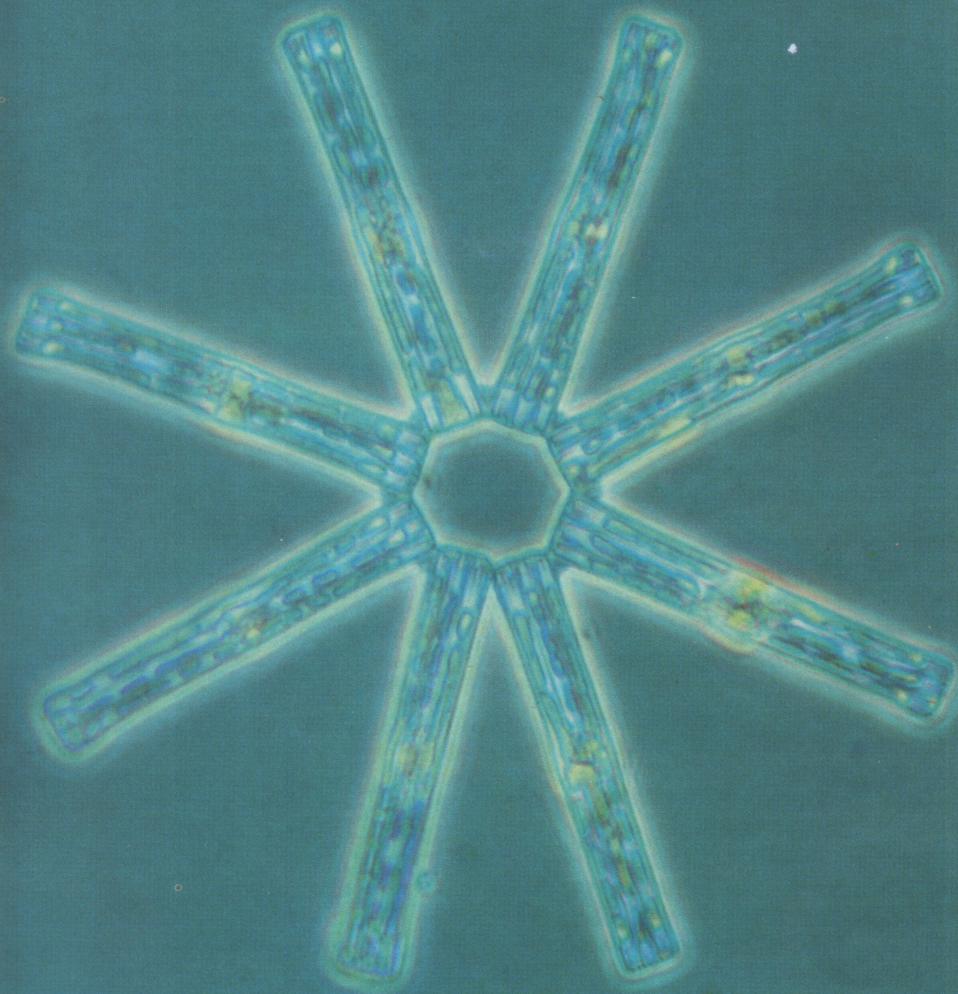
Amerikanen voor

De soort E. coli omvat een groot aantal typen; ook in de menselijke darm komen typen voor, maar dat zijn andere dan de diarree-bakterie bij kalveren en biggen. De diarree-variant is voor de mens ongevaarlijk en dat heeft het onderzoek naar en het maken van het vaccin bevorderd. Er hoefden geen extra veiligheidsmaatregelen getroffen te worden naast de normaal al geldende strenge voorschriften die ook in het laboratorium van Intervet gelden.

Zoals al opgemerkt is Intervet Cetus te snel af geweest. Bij Cetus is men met precies hetzelfde bezig, en heeft men zelfs ook kontakten met de Vrije Universiteit in Amsterdam. Het vaccin van Cetus blijkt uit laboratoriumproeven goed te werken. De Amerikaanse overheid wil echter eerst nog de uitkomst van proeven bij naar schatting 20.000 dieren "in het veld" afwachten, alvorens toestemming te geven het vaccin op de markt te brengen. Bij Cetus verwacht men dat die toestemming er spoedig is.

De eerste vaccins voor kommercieel gebruik die met de rekombinant-DNA techniek werden geproduceerd. Ze zijn voor diergeneeskundige toepassing.



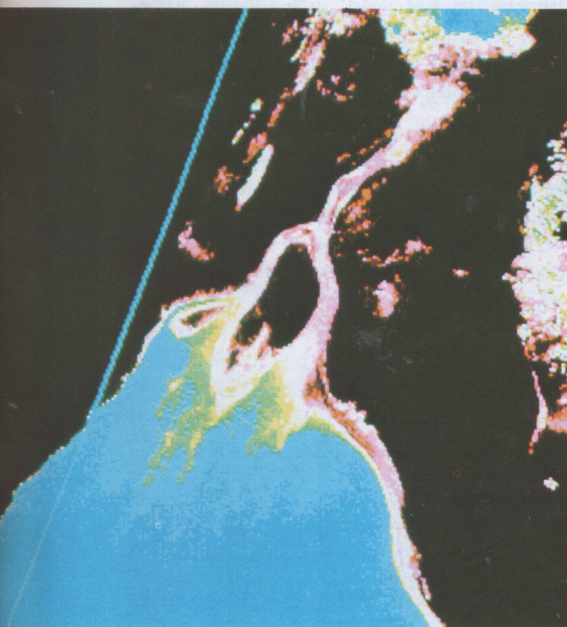


Deelname aan internationale projekten

Nederland

◁ **Tabellaria fenestrata, een eencellige zuurstofproducent. De eencellige plantjes in de zeeën vormen de belangrijkste "groene long" van onze planeet.** Foto Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, René Kleingeld

Ons land is sinds drie jaar steeds meer geld aan het steken in oceaanonderzoek. Voor een klein land als het onze zijn de mogelijkheden natuurlijk maar beperkt en daarom wordt gezocht naar deelname aan internationale projekten. Verwant aan het zee-onderzoek is de bestudering van het zuidpoolgebied en de omringende zee. Hoewel Nederland nauwelijks geld uitgeeft aan het zuidpoolonderzoek bestaat er wel belangstelling voor werk in dat gebied. Misschien valt er met België samen iets te doen.



De monding van de rivier de Colorado in de Golf van Californië. Door een speciale komputerbewerking is goed te zien dat de rivier slib in zee aflevert. Dat is een natuurlijk proces. Op dezelfde manier echter voeren de rivieren ook minder onschuldig afval van menselijke aktiviteiten aan. Het land is zwart; in de monding van de rivier ligt een eiland. De witte lijn over de opname is ontstaan door de bewerking. Foto NASA/EIBIS Londen

Als de Aarde de afmetingen van een tennisbal zou hebben en we zouden die oprapen, dan voelde die bal nat aan; driekwart van het aardoppervlak is door water bedekt. De gemiddelde waterdiepte is cirka 3700 meter, de gemiddelde hoogte van het landoppervlak daarentegen slechts 840 meter. De aardbol is omgeven door een dunne gasvormige laag, de atmosfeer, waarvan waterdamp een belangrijke komponent is. De Aarde wordt vaak de blauwe planeet genoemd; een in ons zonnestelsel unieke bol.

De zee heeft in de ontwikkeling van de biosfeer een fundamentele rol gespeeld. Lucht en water waren eerste vereisten voor de ontwikkeling van het huidige leven. Deze ontwikkeling vond in de zee plaats gedurende een miljoenen jaren durend proces. Uit de geologische overlevering weten we dat de ontwikkeling van het leven plaatsvond onder heel andere atmosferische en klimatologische omstandigheden dan de huidige. Dit leven ontstond vermoedelijk 3 à 4 miljard jaar geleden onder een zuurstofloze dampkring. Slechts 500 miljoen jaar geleden ontwikkelde zich een flora en fauna in het zoete water en op het land.

Drinkwater

De zee is het grootste reservoir van een wereldomvattend systeem, de hydrologische kringloop. Door verdamping komen grote hoeveelheden waterdamp in de atmosfeer. Een klein deel hiervan (cirka 22%) wordt door de wind naar het land geblazen. Hier komt het, met de waterdamp die dagelijks van het landoppervlak opstijgt, als regen op het land terecht. De jaarlijkse hoeveelheid neerslag, onze enige bron voor zoet water, blijft nagenoeg gelijk en wel cirka 100 miljard kubieke meter. Op het land stroomt het zoete water weer naar zee terug, waarbij het allerlei erosieprodukten door natuurlijke verwering van het land en afval dat door toedoen van de mens is ontstaan, met zich mee neemt. Inzicht in deze hydrologische kringloop is van het grootste belang voor de samenleving. Het gaat immers om onze enige bron van drinkwater.

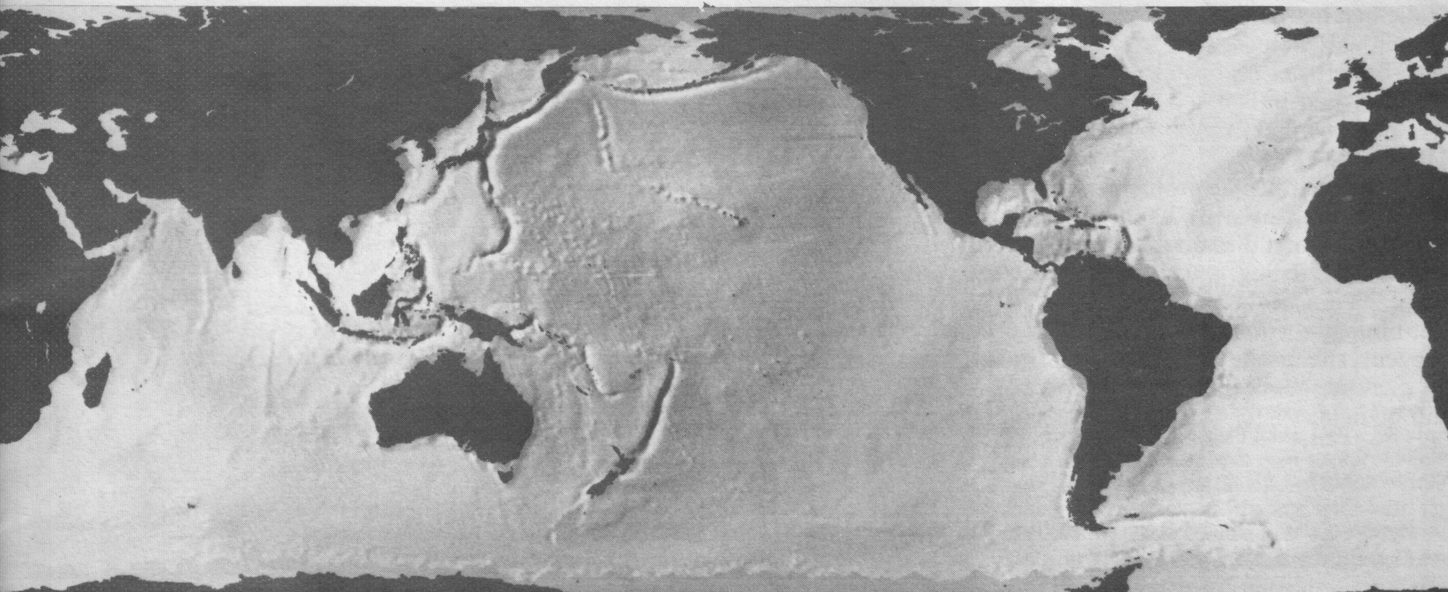
Voedselketens

De zee bevat naast niet of nauwelijks gebruikte energiebronnen grote voorraden biologische en minerale grondstoffen. Energie uit zee kan worden opgewekt door gebruik te maken van de golfbeweging, getijden, oceaanstromingen, temperatuur- en zoutgehalteverschillen. Een van de belangrijkste processen voor het in stand houden van het

Dr. Jan H. Stel

gaat de wereldzeeën op

De oceanen beslaan driekwart van het aardoppervlak. In deze weergave is land zwart en zee licht getint. Door de projektiemethode is op hoge breedten vertekening ontstaan. Het bijzondere van deze kaart is dat het een hoogtekaart van de wereldzeeën is. Voor de vervaardiging ervan is gebruik gemaakt van metingen van de Amerikaanse oceanografische kunstmaan Seasat die in 1978 enkele maanden lang heeft gefunktioneerd. De plaat laat op verrassende manier diepzeetroggen, diepzeeruggen en grote stromingspatronen zien. Door hun uitgestrektheid zijn de oceanen moeilijk snel te overzien en satellieten vormen dan voor de oceanograaf een onmisbaar hulpmiddel. Foto JPL



leven danwel de biologische rijkdommen is de fotosynthese. In dit proces worden anorganische stoffen (koolzuur en water) met behulp van energie uit het zonlicht omgezet in organische voedingsstoffen zoals suikers. Dat proces vindt plaats in miljarden eencellige plantjes, het fytoplankton. Bij de fotosynthese komt zuurstof vrij. Die eencellige plantjes vormen daarom de grootste "groene long" op Aarde. Planten dienen echter weer als voedsel voor kleine dieren, het zoöplankton, dat op zijn beurt wordt opgegeten door andere organismen en zo verder. Dat is een voedselketen. De zonne-energie die als chemische energie is vastgelegd, kan bij de verbranding van voedsel (suikers) weer vrijkomen en voor andere processen worden gebruikt.

De zee als afvalput

De wisselwerking tussen de zee en de atmosfeer is zeer intensief. Bij beschouwingen over de effekten van verontreinigingen moeten daarom zowel het water als de lucht worden betrokken. Aantasting van het zeemilieu zal een verslechtering van het hele aardse milieu tot gevolg hebben. De zee is al eeuwenlang opslagplaats van afbraakprodukten die door natuurlijke processen veroorzaakt worden. Sinds de industriële revolutie zijn daar echter ook enorme hoeveelheden niet-natuurlijk afval bij gekomen. De zeebodem onder druk bevaren zeevaartroutes is geplaveid met slakken van steenkool die door stoomboten werden geloosd. Het huidige industriële afval is echter minder onschuldig. De rivieren vervoeren jaarlijks grote hoeveelheden afval naar zee, zoals DDT en PCB's (polychloorbifenylen). De giftige bestanddelen daarvan kunnen de planten- en dierenwereld in zee aantasten.

Wat is oceanografie?

De zee bedekt bijna driekwart van het aardoppervlak. De oceanografie houdt zich bezig met het onderzoek van deze grote waterplas. De begrenzing van de oceanografie kan niet scherp worden aangegeven. Het vakgebied omvat de wetenschappelijke studie van de zee in de ruimste zin. Het doel van oceanografisch onderzoek is de kennis te vergroten van de processen die plaatsvinden in de grenslaag tussen lucht en zee, in de zee, in de grenslaag tussen zee en zeebodem en in de zeebodem. De oceanografie is het terrein van heel verschillende vakgebieden, waarbij wiskunde, natuurkunde, scheikunde en biologie een belangrijke rol spelen. Het vakgebied heeft nauwe banden met de meteorologie, waarin het gasvormige omhulsel van de Aarde wordt bestudeerd, en met de geologie en de geofysika, waarin de Aarde wordt onderzocht.



De Hr.Ms. Tydeman, het grootste onderzoekingsvaartuig van de Koninklijke Marine. Dit schip wordt cirka tien weken per jaar gebruikt voor burgeronderzoek van de oceaan. Foto F.Hoogervorst

Het terrein van het zeeonderzoek kan in vier aandachtgebieden worden verdeeld. Het fysisch-oceanografische onderzoek richt zich op de bestudering van de natuurkundige eigenschappen van de zee. Daarbij komt het algemene cirkulatiepatroon in de oceanen en het onderzoek naar de optische eigenschappen van het water in de zee aan de orde.

Chemisch oceanografisch onderzoek betreft de studie van de scheikundige

eigenschappen en de samenstelling van de zee. Het onderzoek houdt zich vooral bezig met de verspreiding van de verschillende samenstellende delen (waaronder ook schadelijke) in zee en de faktoren die deze verspreiding bepalen danwel beïnvloeden.

Marien-biologisch onderzoek (marien is de wetenschappelijke aanduiding voor alles wat met de zee te maken heeft) richt zich op de studie van de verspreiding van planten en dieren in de zee en op het onderzoeken van de relaties tussen de levensvormen onderling en die met het milieu.

Marien-aardwetenschappelijk onderzoek betreft het rekonstrueren van de ontstaans- en ontwikkelingsgeschiedenis van oceaanbekkens, bijvoorbeeld de Atlantische Oceaan.

De wetenschappelijke problemen in het ene aandachtsgebied hangen vaak nauw samen met die van de andere. De voedselvoorziening van zeedieren hangt bijvoorbeeld ook van heel wat niet-biologische faktoren af, zoals stromingen, chemische veranderingen in het zeewater en variaties in temperatuur en licht.

Nieuw schip?

De betekenis van de zee voor de veiligheid en de welvaart van onze samenleving is van oudsher ingezien. De belangen van kustverdediging, scheepvaart en visserij hebben geleid tot uiteenlopende voorzieningen voor zeeonderzoek. De behoefte aan kennis neemt toe door onder andere de winning van grondstoffen en de zorg voor het milieu.

De Nederlandse overheid heeft in de jaren zestig, maar vooral in de jaren zeventig het wetenschappelijk onderzoek van de zee gestimuleerd. De koördinatie en samenvoeging van dit onderzoek vindt plaats in de Nederlandse Raad voor Zeeonderzoek van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen in Amsterdam. Voor uitvoering van het programma voor oceaanonderzoek wordt gebruik gemaakt van gehuurde koopvaardijschepen of van Hr. Ms. Tydeman, een onderzoeksvaartuig van de Koninklijke Marine.

De fysische omstandigheden van de zee zijn zeer gevarieerd. Daarom is voor zeeonderzoek een breed skala aan apparatuur nodig. Een onderzoeksvaartuig is niet meer dan een platform waarop het onderzoek wordt gedaan. Het niet-militaire zeeonderzoek kan maar beperkt gebruik maken van de Tydeman. Het grootste deel van de tijd dat met dit schip gewerkt wordt, gaat het om militair onderzoek. Voor het burgeronderzoek wordt daarom intensief gebruik gemaakt van gecharterde schepen. De laatste jaren heeft de Nederlandse Raad voor Zeeonderzoek daarvoor het m.s. Tyro gehuurd. Dit vrachtschip met passagiersakkomodatie werd oorspronkelijk gebruikt voor vervoer van vee. Om met een dergelijk schip onderzoek mogelijk te maken, is het hele onderzoekbedrijf "gekontaineriseerd". Zo zijn er kontainers ingericht als marien-biologisch, geologisch, scheikundig of natuurkundig laboratorium. Er zijn aparte werkplaats-kontainers en ook de gebruikte lieren zijn zoveel mo-

Het vaartuig Cosmo in aktie tijdens een experiment ter bestrijding van olie. De zee wordt door de mens als afvalput gebruikt zonder dat men zich veelal realiseert wat dat voor gevolgen voor het zeemilieu kan hebben. Foto Rijkswaterstaat

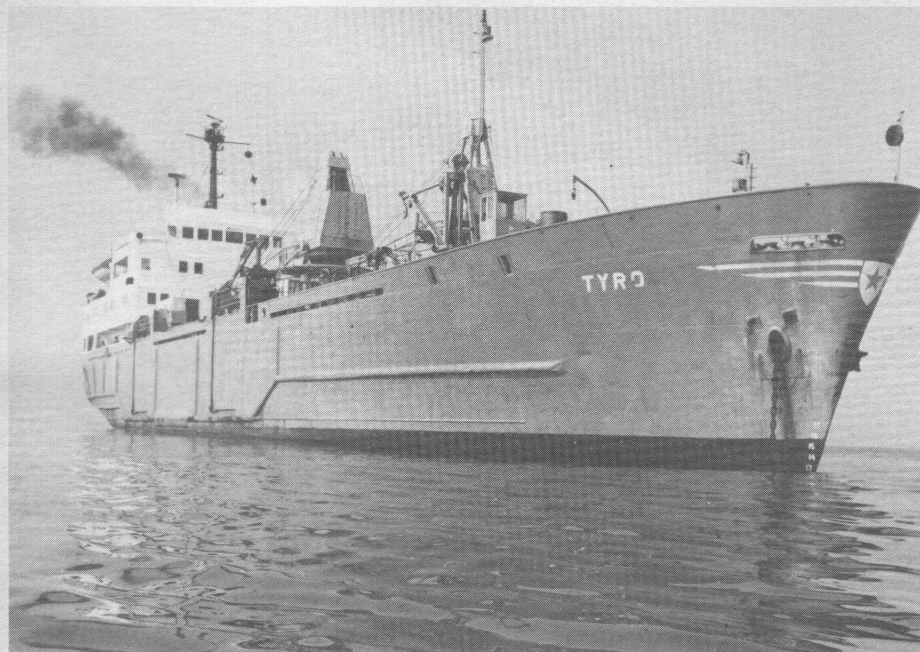




Een kontainer-laboratorium aan boord van de Tyro. Deze aanpak maakt een snelle wisseling van de scheepsinrichting voor expedities mogelijk; de kontainers worden vooraf door het betrokken instituut al helemaal kant en klaar ingericht. Foto F.Hoogervorst

gelijk aangepast aan de afmetingen van de kontainers. Het voordeel van deze aanpak is dat de wisseling van expedities snel kan plaatsvinden omdat de kontainers vooraf al bij de verschillende laboratoria zijn ingericht. Men hoeft daarom slechts kontainers van boord te halen en er andere voor in de plaats te brengen. Nederland heeft nog geen wetenschappelijk onderzoeksvaartuig dat geschikt is voor burgeronderzoek op de oceaan. Wel zijn er plannen voor het bouwen van een dergelijk schip in voorbereiding.

Het m.s. Tyro wordt jaarlijks ongeveer de helft van de tijd uitgerust voor zeeonderzoek. Foto F.Hoogervorst



Samenwerking

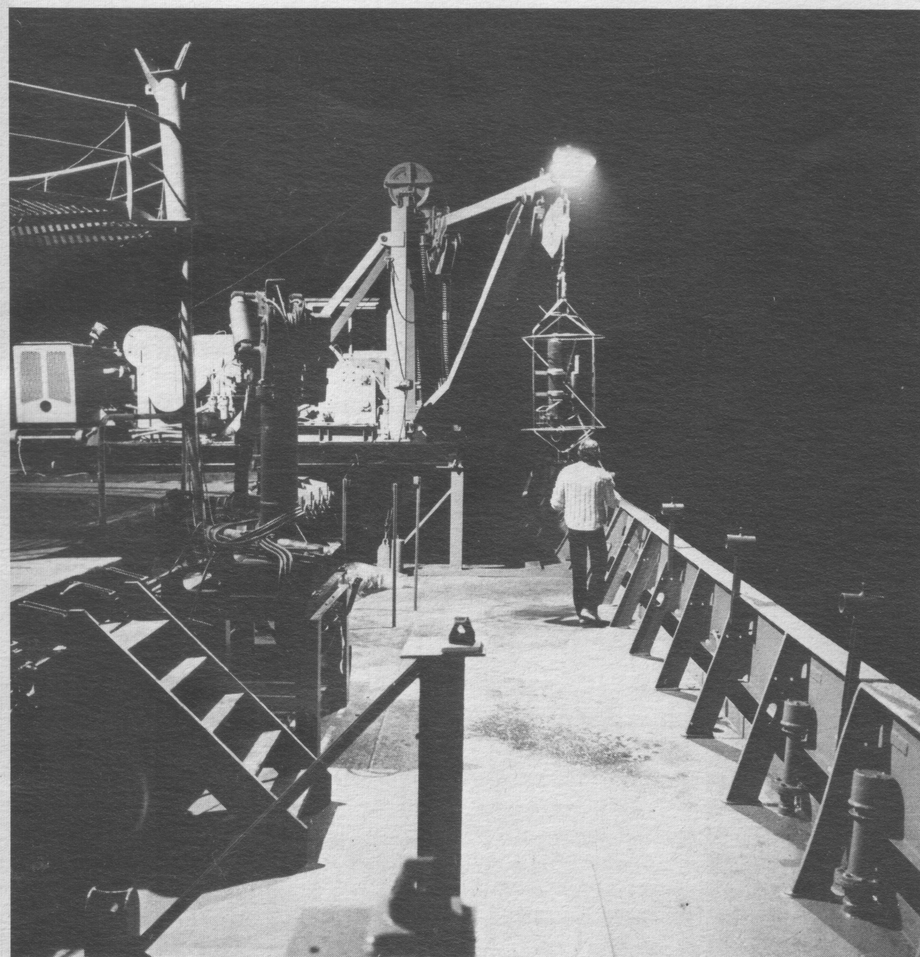
De zee is overwegend internationaal gebied; de oceanografie is daarom een internationale aangelegenheid. Effektieve besteding van middelen (mensen en materiaal) kan slechts door samenwerking op nationaal en internationaal niveau gerealiseerd worden.

Deelname aan internationale programma's biedt de onderzoekers uit kleine landen immers de mogelijkheid om mee te doen aan het front van hun wetenschap. Nederland beraadt zich dan ook over de deelname aan Antarktisch onderzoek en aan IPOD, de internationale fase van de Deep Sea Drilling Project. Hierbij moeten we echter niet uit het oog verliezen dat we een klein land zijn en dus niet op elk gebied een even grote en zinvolle bijdrage zullen kunnen leveren.

Zuidpool

Poolonderzoek is de laatste jaren steeds meer in de belangstelling komen te staan. De internationale gedragsregels voor het zuidpoolonderzoek zijn vastgelegd in het Antarktisch Verdrag, dat in 1962 van kracht werd. Het doel van dit verdrag is het gebied ten zuiden van de 60e breedtegraad op het zuidelijk halfrond in zijn oorspronkelijke staat de bewaren en uitsluitend voor vredelievende doeleinden te gebruiken. Het verdrag werd door twaalf landen ondertekend, die toen aktief onderzoek op de zuidpool verrichtten. Die landen zijn Argentinië, Australië, België, Chili, Frankrijk, Groot-Brittannië, Japan, Nieuw Zeeland, Noorwegen, de Verenigde Staten, de Sovjet-Unie en Zuid-Afrika. In de loop van de tijd zijn er nog acht ondertekenaars bijgekomen, vijf Oosteuropese landen, Brazilië, Nederland en als laatste West-Duitsland. Dit land pakt het zuidpoolonderzoek, in tegenstelling tot Nederland, fors aan. Door een financiële injektie van maar liefst 380 miljoen mark is een vliegende start gewaarborgd. Dit geld gaat gebruikt worden voor de bouw van een nieuw Polarforschungsinstitut in Bremerhaven, een poolonderzoekschip en een permanent station op Antarktika.

Het zijn niet uitsluitend wetenschappelijke motieven die de Westduitsers tot deze krachtige aanpak brachten. Het Antarktisch Verdrag is maar dertig jaar van kracht; in 1992 zal het verlengd moeten worden. Het ligt bijna voor de hand dat er dan, gezien de bodemschatten die in Antarktika aanwezig zullen zijn, touwgetrokken zal worden om dit gebied. In de komende tien jaar zal hard gewerkt worden om zowel de wetenschappelijke kennis van dit gebied te vergroten als om de technologie te ont-



Het uitzetten van een sonde waarmee onder andere de temperatuur en de diepte van het water wordt gemeten. Oceanografisch onderzoek gaat vaak dag en nacht door. Foto F.Hoogervorst

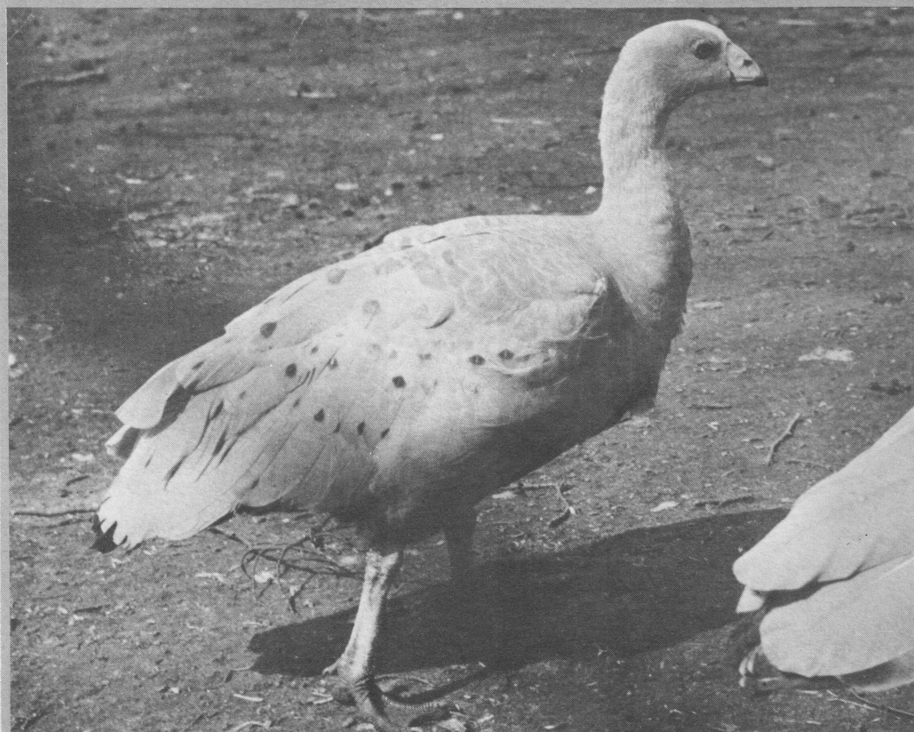
wikkelen die voor de ontginning nodig is.
De bouw van het Westduitse station is vooral een politieke kwestie. Hierdoor verkijgt de Bondsrepubliek, evenals de andere grotere Europese landen, een reeks van rechten waardoor het een woordje kan meespreken bij de mogelijke ontginning van het zuidpoolgebied na afloop van het verdrag! De Nederlandse bijdrage aan het zuidpoolonderzoek is momenteel nog te verwaarlozen.

Keuze

Dat betekent echter niet dat ons land geen belangstelling voor dat onderzoek heeft. De huidige situatie komt echter voort uit het enthousiasme waarmee een voor Nederlandse begrippen grote internationale expeditie wordt voorbereid, de tweede Snellius-expeditie. De eerste Snellius-expeditie vond in 1929 en 1930 plaats in het oostelijk deel van het toenmalige Nederlands Indië. De resultaten van deze expeditie leidden tot grote vernieuwingen in met name het aardwetenschappelijk denken. Het onderzoek dat tijdens de tweede Snellius-expeditie zal worden uitgevoerd, zal niet alleen wetenschappelijk interessant moeten zijn. De Indonesische regering heeft, zoals tijdens het bezoek van de vroegere minister voor wetenschapsbeleid Van Trier bleek, vooral belangstelling voor de praktische toepassing van de resultaten. Deze expeditie zal in 1984 met een Nederlands schip plaatsvinden. Dat zal dan waarschijnlijk niet de Tydeman zijn, die te klein is voor een dergelijke expeditie.
Deze tweede expeditie bij Indonesië moest afgewogen worden tegen een intensievere Nederlandse deelname aan het zuidpoolonderzoek. De Nederlandse oceanografen gaven de voorkeur aan de Snellius-expeditie. (Overigens bestaan er wel ideeën om gebruik te maken van de Belgische toegang tot de Zuidpool. België doet sinds 1966 vrijwel niets meer aan zuidpoolonderzoek, maar beschikt volgens het verdrag uit 1962 op grond van zijn roemruchte verleden in Antarktika wel over allerlei mogelijkheden en faciliteiten. Omdat ook bij onze zuiderburen de financiële middelen op dit moment zeer beperkt zijn, moet er eerst eens gekeken worden wat eventueel mogelijk zou kunnen zijn. Red.)
In de komende tientallen jaren zal de internationale inspanning op het gebied van zuidpool- en oceaanonderzoek ongetwijfeld sterk toenemen. De oplossing van veel problemen (voedsel, energie, afval) wordt terecht of ten onrechte in zee gezocht. De kennis van de zee is echter nog gering.

A.J.Zwinenberg

De hoendergans, van zeldzaam naar plaag?



In een vogelreservaat zo'n 65 km ten zuidwesten van Melbourne (in de staat Victoria) werden in het begin van de jaren zeventig veel hoenderganzen geboren, die later in beschermde gebieden elders werden uitgezet.
Foto A.J.Zwinenberg

Toen aan het eind van de 18e eeuw blanke kolonisten zich in Australië begonnen te vestigen, leidde dat tot een enorme achteruitgang van de inheemse diersoorten. Tot de slachtoffers behoorden ook de hoenderganzen. Zij zijn net op tijd beschermd geworden en daardoor voor uitsterven behoed. Inmiddels neemt hun aantal weer snel toe, en in sommige gebieden voor de boeren te snel.

De dierenwereld van Australië heeft een lange en vaak uitzonderlijke ontwikkelingslijn gevolgd om te komen tot de huidige samenstelling. Duizenden jaren lang konden de dieren ongestoord in dit gebied leven; hun enige zorg was het vinden van voldoende voedsel en het ontkomen aan natuurlijke vijanden.

Zinloze slachtingen

Aan deze periode van betrekkelijke rust kwam een einde na 1606. In dat jaar bereikte een van onze roemruchte voorvaderen, Willem Janszoon van de Verenigde Oostindische Compagnie, met zijn tweemaster 't Duyfken als eerste blanke de kust van Australië, op zoek naar winstgevende handelswaar. Vele schepen van allerlei zeevarende naties volgden in de decennia daarna. De bemanningen troffen in het toenmalige Nieuw Holland een enorme rijkdom aan dieren, vooral langs de kusten. Daarmee konden niet alleen de hongerige magen van de zeelui gevuld worden, maar ook verzamelingen in musea en dierentuinen, voor zover aanwezig, over de hele wereld worden uitgebreid.
Met de komst van de eerste blanke kolonisten in 1788 kreeg de Australische dierenwereld er een genadeloze vijand bij en in betrekkelijk korte tijd werden tientallen diersoorten uitgeroeid en miljoenen en miljoenen dieren gedood. De Lord Howe eilanden voor de kust van Nieuw Zuid Wales werden bijvoorbeeld bezocht door de bemanningen van vier schepen en zij richtten een onbeschrijflijke slachting aan onder de daar levende dieren. De totaal niet schuwe vogels en zoogdieren werden met knuppels doodgeslagen of gewoon met de hand vermoord. En dat alleen maar omdat de matrozen zich verveelden...!



Voor onderzoek van onder andere verplaatsing door het leefgebied werd deze hoendergans van een halsband voorzien. Foto AIS

Knorrende vogel

Eén vogelsoort die in die dagen nog in zeer grote aantallen voorkwam, was de hoendergans (Cereopsis novaehollandiae). Het vlees van deze vrij forse vogel is, helaas voor hem, nogal smakelijk. Het gevolg was dat er bijzonder veel vraag naar was. Het bestand liep na de komst van de blanken dan ook vrij spoedig sterk terug. Die achteruitgang zette zich tot ver in onze eeuw door. Direkt na de Tweede Wereldoorlog was het aantal geslonken tot ver onder de tienduizend. Aan het begin van de jaren zeventig leefden er in de vrije natuur nog slechts 3000 à 4000 exemplaren van deze vogel. De hoenderganzen komen vooral voor op veel eilanden voor de zuidkust van Australië en in het bijzonder die tussen het eiland Tasmanië en de staat Victoria op het vasteland. Op die eilanden zijn veel graslanden en moerassige streken.
De hoendergans is een grotendeels grijze vogel met een witachtige bovenkop, een zwarte staart en donkere vlekjes op de vleugels. De poten zijn roze, maar de voeten zwart. Het meest opvallende aan deze vogelsoort is zijn snavel, die zwart is met een in het oog springende lichtgroene washuid. De snavel is overigens kort en stomp en de vraag rijst of de hoendergans werkelijk een gans of niet een eend is. Er zijn ornithologen die menen dat er sprake is van een overgangsvorm tussen beide vogelgroepen.
De hoendergans bereikt een lengte van 70 à 75 centimeter. Tussen de geslachten is nauwelijks verschil. Toch kan men mannetjes en vrouwtjes (een paartje blijft hun hele leven bij elkaar) vrij gemakkelijk van elkaar onderscheiden, namelijk aan hun stemgeluid. De vrouwtjes maken een duidelijk hoorbaar knorrend geluid, dat sterk aan het geknor van een varken doet denken. Mannetjes laten een meer trompetterend geluid horen. In Australië wordt deze vogelsoort, wegens het merkwaardige stemgeluid, soms Pig Goose genoemd ("varkensgans"), ofschoon de werkelijke Engelse naam Cape Barren Goose is.

Kwetsbare jongen

Moerasgebieden hebben als woonterrein de voorkeur van de hoendergans. Hij leeft daar vaak in kleine groepen en is voortdurend op zoek naar voedsel. Dat bestaat vooral uit sappig gras en ander plantaardig materiaal en in mindere mate uit insekten. Het nest dat uit gras en takken is opgebouwd, wordt meestal op de grond gesitueerd en is vrij omvangrijk. Tussen juni en september, wanneer de zwaarste regenval voorbij is en jong gras in overvloed gaat verschijnen, legt het vrouwtje vier tot zeven witachtige eieren. Na een broedduur van vijf weken komen de jongen uit. Soms is een legsel aanzienlijk groter en bestaat het uit tien of meer eieren. De jongen zijn de eerste tijd van hun leven geelwit met zwarte strepen. Het duurt bijna een half jaar voordat ze kunnen vliegen. In die periode zijn ze natuurlijk erg kwetsbaar. Op sommige eilanden valt wel 75% van de jongen ten prooi aan rovers zoals slangen en door de mens ingevoerde vossen en ratten.

Sterke toename

De hoendergans weet zich in gevangenschap goed aan te passen en in vele dierentuinen kan men hem dan ook tegenkomen; er worden daar ook nakomelingen verkregen. Resultaten in de dierentuinen en onderzoek in de vrije natuur, gevolgd door strenge beschermende bepalingen hebben ertoe geleid dat de soort de slachtingen in het verleden redelijk goed te boven is gekomen. Aan het eind van de jaren zeventig was het aantal hoenderganzen al wel tienmaal zo groot als aan het begin van de jaren zeventig. Het leefgebied had ook weer uitbreiding ondergaan. Op het vasteland van vooral Zuid-Australië en Victoria kan men, in het bijzonder in kustgebieden, nu weer grote kolonies van deze vogel aantreffen. Volgens boeren in deze streken brengen de dieren op enkele plaatsen veel schade aan het grasland aan. Dat wordt bevorderd door het feit dat de dieren erg honkvast zijn. Het kan gebeuren dat honderden hoenderganzen dag in dag uit hetzelfde weiland bezoeken. Na korte tijd is dat natuurlijk helemaal kaal gevreten. Om ze te verjagen is, volgens de boeren althans, afschieten de enige mogelijkheid. En dat gebeurt dan ook, veelal illegaal. Op Tasmanië, waar de grootste populatie van deze vogelsoort voorkomt, mocht in het jachtseizoen 1977 echter officieel al weer op ze geschoten worden...
Desondanks wijst alles erop dat de vogel binnen afzienbare tijd weer in grote delen van zuidelijk Australië te zien zal zijn, zoals bij de komst van de eerste Nederlanders in de 17e eeuw ook het geval was.

Reuzensalamander gevonden

Toen boer Colin Kehl enkele jaren geleden op zijn akker in het zuidoosten van de Australische deelstaat Queensland zat uit te rusten, viel zijn oog op een stuk vast gesteente waaruit bij nadere beschouwing enkele geweldige gefossiliseerde tanden bleken te steken. Hij nam kontakt op met het Queensland Museum in Brisbane en dat was het begin van meer dan vijf jaar minitieus werken door enkele paleontologen van de La Trobe universiteit in Melbourne. Alle gezwoeg leverde een voor 80% kompleet fossiel skelet op van een labyrinthodont, een geweldig grote voorloper van de hedendaagse salamanders en kikkers. Van het skelet, dat uiteraard alleen uit de harde delen van het oorspronkelijke beest bestaat, ontbreken de punt van de neus, de achterkant van de schedel, de eigenlijke poten en de achterste helft van de staart. Desondanks is het skelet drie meter lang.

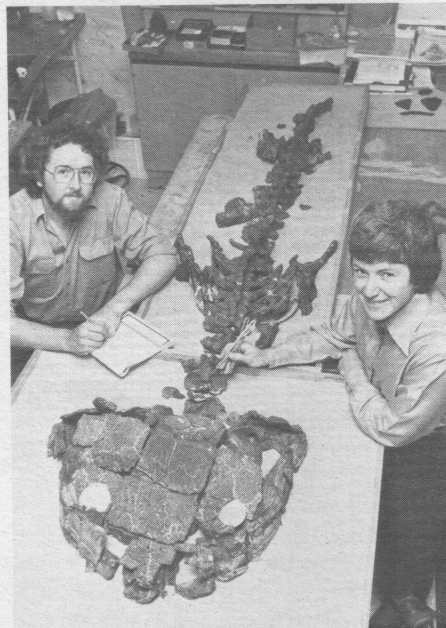
Ouderdom van het beest

De vondst is in paleontologisch opzicht om verscheidene redenen van groot belang. Datering van het gesteente waarin het fossiel zat, toonde aan dat het beest zo'n 170 miljoen jaar geleden (in het tijdvak dat Jura heet) leefde. Tot nog toe waren exemplaren van deze labyrinthodonten echter alleen maar bekend uit de periode van meer dan 180 miljoen jaar geleden. Het nu gevonden exemplaar is daarmee het jongst bekende. Het fossiel zat in een landafzetting en die zijn er uit de tijd van 170 miljoen jaar geleden op Aarde maar weinig. Voor onze kennis over het voorkomen van bepaalde levensvormen door de geologische tijd heen is deze vondst daarom ook belangrijk. Verder ondersteunt de vondst de opvatting dat in ieder geval in de Jura nog Australië samen met onder andere Zuid-Amerika één geheel vormde. De naast bekende verwant van de labyrinthodont stamt namelijk uit het Trias (de periode vóór de Jura) van Argentinië en deze wezens horen tot de amfibiën die in zoetwater, dus op land, voorkomen.

Nog andere fossielen

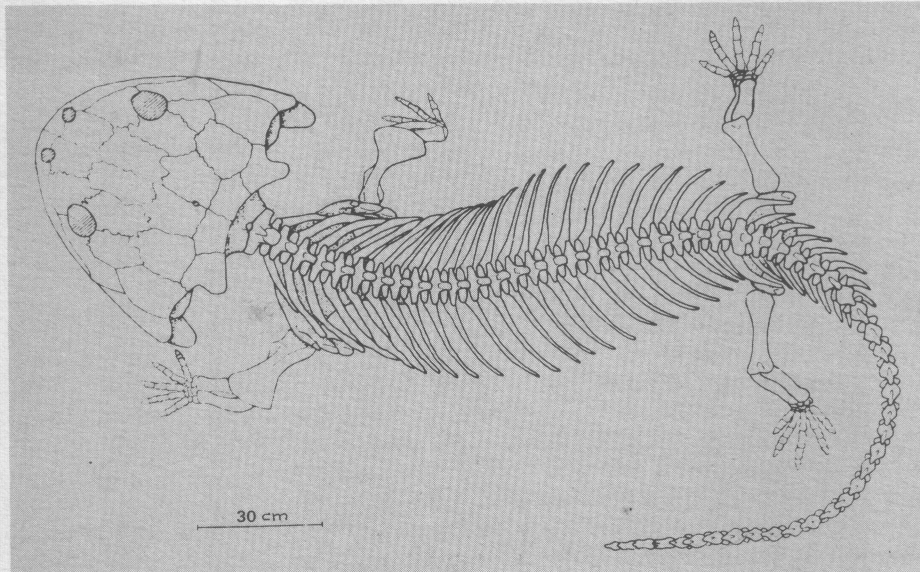
Heel bijzonder was de vondst van een gelede duizendpoot in de bek van de labyrinthodont. Dat is nu het enige exemplaar dat men kent uit de tijd tussen het Carboon (285 miljoen jaar geleden afgelopen) en het Oligoceen, dat zo'n 45 miljoen jaar geleden begon. Door het zoeken naar de fossiele resten van de labyrinthodont is de akker van boer Kehl behoorlijk omgespit. Er kwam zelfs een bulldozer aan te pas. Het ziet er naar uit dat het graafwerk nog lang niet is afgelopen. Er zijn namelijk ook al twee behoorlijk gave vroege plesiosauriërs (waterreptielen) te voorschijn gekomen en er zijn aanwijzingen dat er nog meer te vinden is.

Foto's AIS



Het drie meter lange labyrinthodont-skelet. Rechts dr. Anne Warren die de meer dan vijf jaar durende klus om alle stukjes en beetjes bij elkaar te zoeken en uit het gesteente te peuteren, leidde. Links onderzoeker Mark Hutchinson. De plek van de ogen van de labyrinthodont is met witte schijfjes aangegeven.

Een rekonstruktie van de labyrinthodont. Dergelijke beesten waren van elders op de wereld al bekend, maar er was nog nooit een exemplaar in Australië gevonden.



Nieuws uit de natuur

Diepzee verrassingen

De Stille Oceaan wordt omring door een gordel van vulkanisme en aardbevingszones. Die hangt samen met het verschuiven van schollen aardkorst. Over de manier waarop dat gaat, is nog lang niet alles bekend. Door boringen in de zeebodem ten westen van Midden-Amerika is afgelopen voorjaar ontdekt dat de oceaanbodemschol die daar onder het vasteland van Amerika duikt, ook de lichte zeebodemsedimenten die op dit moment gevormd worden, meeneemt. Tot voor kort was altijd gedacht dat bij het wegduiken van de oceaanbodemschol de licht sedimenten eraf geschraapt werden en tegen de andere, omhoog komende schol aangedrukt werden. Dat blijkt dus niet het geval te zijn en dat is van belang voor inzicht in het gedrag van de schol die omhoog komt en gebergten vormt, zoals de gebergtegordel langs de westkust van het hele Amerikaanse kontinent.
Tijdens de boorkampanje werd tot zo'n 250 meter in de zeebodem geboord en daarbij werd een ongeveer drie meter dikke laag met vast methaanhydraat (een mengsel van methaan gekoppeld aan water en dat geheel bevroren) aangetroffen. De temperatuur aan de diepzeebodem bedraagt ongeveer 2 °C en door de enorme waterdruk kan zich in de bodem ijs vormen. Het was de eerste keer dat methaanhydraat gevonden werd. Wanneer men het spul aan het zeeoppervlak aan de buitenlucht bloot stelt, smelt het onmiddellijk waarbij sediment, water en in volume gemeten het honderdvoudige aan gas ontstaan. Het methaan is zeer waarschijnlijk van biologische oorsprong en gevangen in het bodemsediment. Onbekend is of de vondst alleen maar plaatselijk is of dat dergelijk materiaal over grote gebieden voorkomt. Ekonomisch winbaar is het gas niet, maar de ontdekking kan wel gevolgen hebben voor zeebodemaktiviteiten als het installeren van boorplatforms en het leggen van pijpleidingen. Door die aktiviteiten, waarbij warmte vrijkomt, zou het bodemmateriaal ter plaatse kunnen "smelten", met bodemverzakkingen als gevolg.

Gaten in de ionosfeer

Technici die op 14 mei 1973 experimenten aan het uitvoeren waren met de ATS-3 kommunikatiesatelliet boven de Atlantische Oceaan, merkten die dag drie uur lang vreemde signaalafwijkingen op. Pas een jaar later kon de verklaring gegeven worden: de tweede trap van de Saturnus V raket die op 14 mei het ruimtestation Skylab lanceerde, had een gat in de ionosfeer veroorzaakt. Over een oppervlak van rond 2,5 miljoen km^2 was de ionendichtheid met de helft teruggelopen en dat had zich verraden in de signaalkwaliteit van de ATS-3 uitzendingen. Toen dit "Skylabeffekt" was ontdekt, ging men zich meer met het verschijnsel bezig houden en deze maand zal boven Natal in Brazilië in het kader van het BIME projekt zelfs opzettelijk een gat in de ionosfeer gemaakt worden om het verschijnsel nader te

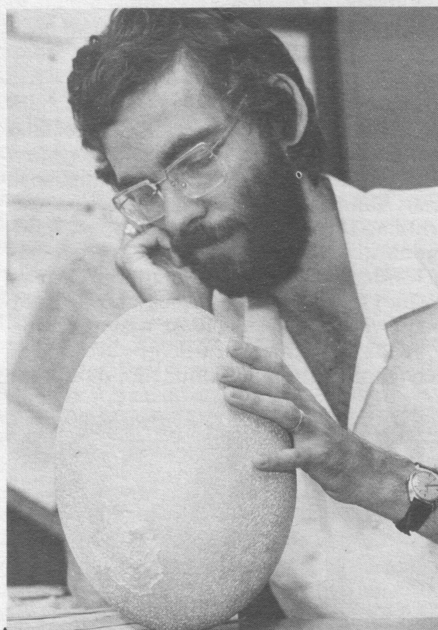
bestuderen. De aantasting van de ionosfeer ontstaat doordat de uitlaatgassen van raketmotoren naar verhouding grote hoeveelheden waterstof, waterdamp en koolzuur op hoogten groter dan 200 kilometer brengen. Daar zijn veel positief geladen zuurstofatomen aanwezig die razendsnel met de uitlaatgassen reageren. Het resultaat is de vorming van positieve ionen die op hun beurt elektronen uit de ionosfeer binden en zo een groot deel van de ionosferische lading wegnemen. Onder invloed van ultraviolette straling van de Zon vervallen de ontstane molekulen weer in geladen delen, maar er is een paar uur voor nodig om de oorspronkelijke toestand te herstellen. Intussen zijn de effekten van de lanceringen van de HEAO-3 in 1979 en de NOAA-3 in 1981 nauwkeurig waargenomen. Ook ontdekte men dat de schokgolf van de uitbarsting van de vulkaan de St.Helens in mei 1980 eveneens voor een ionosferisch gat zorgde. Vorig najaar werd via het laten ontploffen van 600 ton explosieven boven de woestijn van Nieuw Mexico ook een gat geproduceerd. Kommunikatiedeskundigen hebben hun belangstelling voor het verschijnsel getoond en ook radioastronomen zijn zeer geïnteresseerd. Sommigen van hen dromen al van het veroorzaken van gaten waar ze enkele uren lang bijvoorbeeld langgolvige radiostraling uit het heelal door zouden kunnen opvangen.

Gaten in ionosfeer van Venus

Niet alleen in de aardse ionosfeer vallen gaten, ook boven Venus komt dit verschijnsel voor. Die zijn echter van natuurlijke oorsprong, ze blijven voortdurend bestaan en het merendeel ervan neemt een min of meer vaste positie in boven de nachtzijde van die planeet. Het vermoeden bestaat dat hun aanwezigheid niet met gebeurtenissen dicht bij het oppervlak te maken heeft, maar met magneetvelden in de zonnewindschaduw aan de nachtkant van Venus. Die planeet heeft geen magnetosfeer. Wel schermt de planeet zelf en haar dichte dampkring een deel van de ruimte boven haar nachtkant af tegen de zonnewinddeeltjes. In die ruimte komt overigens wel een magneetveld voor waarvan de veldlijnen loodrecht op de ionosfeer van Venus staan. Die veldlijnen zouden een horizontale toevoer van elektronen in de ionosfeer tegengaan, waardoor gaten ontstaan en in stand gehouden worden.

Paleontologisch raadsel

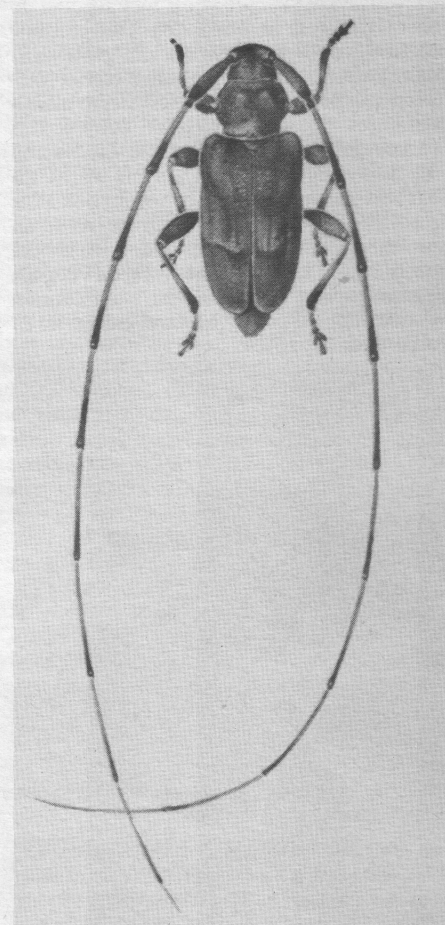
Wie het weet mag het zeggen. Dr. Ken McNamara van het Westaustralisch Museum in Perth weet het niet. Het ei is al vijftig jaar in het bezit van het museum en nog steeds weet niemand van welk dier het afkomstig is. Het werd daar indertijd afgeleverd door de schooljongen die het vond. Men wist er geen raad mee en het ging het magazijn in. Onlangs werd het daar weer uitgehaald en opnieuw drong de vraag zich op, waar het vandaan komt. McNamara denkt aan een paar mogelijkheden. Tot zo'n 15.000 jaar geleden kwamen in Australië zeer grote vogels voor die grote eieren legden. McNamara kan zich echter moeilijk voorstellen dat die eieren zo lang intakt blijven. Een tweede mogelijkheid is dat het gaat om een ei van de "olifantvogel" (Aepyornis) die tot in historische tijden op Madagascar voorkwam en die de grootste ons bekende eieren legde. Misschien is zo'n ei meegenomen door een scheepsbemanning wier schip op de beruchte riffen voor West-Australië verging, waarna het ei aanspoelde. Het zou kunnen, maar zeker weten doet McNamara niets.



Een ei van 27,6 centimeter lang dat wel zes kilo gewogen kan hebben. Waar het vandaan komt, is niet bekend. Foto AIS

Bestrijding van boktorren

Per toeval heeft dr. Marshall Wilson, een scheikundige van de universiteit van Cincinnati in de Verenigde Staten een stof ontdekt waarmee boktorren mogelijk bestreden kunnen worden. Deze houtetende insekten richten in bossen vaak grote schade aan. De insekten, die in enkele honderden soorten voorkomen, bezitten allemaal lange antennes waarmee ze kontakt onderhouden met soortgenoten en informatie over voedselbronnen doorgeven. Wilson heeft een stof ontdekt die sterk lijkt op de natuurlijke lokstof (feromoon) waarmee de denneboktor kommuniceert en mannetjes en vrouwtjes elkaar opzoeken. In de top van de antennes wordt dat feromoon geproduceerd. Het kan vervolgens rechtstreeks op de antennes van andere boktorren worden overgebracht of ergens achtergelaten en dan door de gevoelige antennes van andere boktorren worden opgepikt. De stof die Wilson heeft ontdekt, blijkt precies in de ontvangstinrichting van de antennes te passen en wordt daarom verwerkt als informatiepakketje. Waar echter de natuurlijke feromonen vervolgens weer loslaten en de ontvangstplaats op de antennes vrijmaken, blijft Wilson's produkt daar zitten. Het gevolg is dat de ontvangstinrichting verstopt blijft, de boktorren geen nieuwe informatie kunnen afgeven en oppikken en het kommunikatiesysteem verstoord wordt. Daardoor kunnen grote groepen van deze insekten bij elkaar minder efficiënt bomen in een bepaald gebied te lijf gaan. Bovendien zullen minder mannetjes en vrouwtjes elkaar kunnen treffen en komt er minder nakomelingschap. Het totale resultaat is dat de insekten minder verwoestend te werk gaan en dat er na enige tijd ook minder van die beestjes zullen zijn. Het is van groot belang, zegt Wilson, om de boktorren niet uit te roeien. Ze vormen een voedselbron voor allerlei vogels en spelen zo een rol in het ekologische evenwicht. Overigens is Wilson's produkt nog lang niet klaar voor gebruik. Er zal nog heel wat onderzoek gedaan moeten worden. Als de methode echter werkbaar blijkt, dan is er een aanpak bereikt die zich speciaal tegen in dit geval de denneboktor richt en die met varianten op misschien veel meer gebieden bruikbaar is. Een dergelijke biologische bestrijdingsmethode is door zijn selektieve werking milieuvriendelijk en langdurig werkzaam zonder neveneffekten.



De denneboktor richt in bossen vaak grote schade aan. In ons land komt hij niet veel meer voor. Met zijn lange antennes is hij een heel opvallende verschijning.

Zomerwrang

Wanneer rond deze tijd de boeren hun droogstaande melkkoeien en jongvee van het land halen om ze weer op stal te gaan zetten, zal blijken dat heel wat van die dieren geslacht moeten worden, omdat ze getroffen zijn door zomerwrang. Deze ziekte is een uierontsteking die door de vlieg Hydrotaea irritans wordt overgebracht. Er is op dit moment nog geen bestrijdingsmethode beschikbaar en ook is het moeilijk de ziekte te voorkomen. Toen enkele veehouders bij de Biologiewinkel van de Rijksuniversiteit Groningen meer informatie over dit probleem vroegen, was dat de stoot tot een onderzoek naar een biologische bestrijdingsmethode, waar behalve Groningse biologen ook het Centraal Diergeneeskundig Instituut (CDI) in Lelystad nu bij betrokken is. Zomerwrang is een erg besmettelijke bakterie-infektie die door de genoemde vlieg wordt overgebracht en die de spenen van de uiers aantast. Zomerwrang is niet of nauwe-

lijks te genezen en daarom is de aandacht gericht op het voorkómen. Zo wordt penicilline toegediend, maar daar zitten voor jonge dieren met nog onontwikkelde spenen kansen op beschadiging van de spenen aan. Een tweede mogelijkheid is de uier in te smeren met huidafschermende pasta, maar die verdwijnt bijvoorbeeld door regen en dauw op het gras erg gemakkelijk. Een insekticide dat langdurig bescherming zou bieden, is in onderzoek. Tenslotte blijft als meer fundamentele aanpak de biologische bestrijding van de vlieg over. Daarbij wordt ingegrepen in de levenscyklus van de vlieg, met als doel de voortplanting te bemoeilijken. Dat kan bijvoorbeeld door het inzetten van grote aantallen gesteriliseerde mannetjes of het verstoren van het kommunikatiesysteem tussen mannetjes en vrouwtjes met behulp van "verkeerde" lokstoffen. Over de vlieg is nog veel te weinig bekend. Daarom wordt nu naar zijn gedrag gekeken, en verder ook naar de rol die hij als bloembestuiver, roof- en prooidier speelt. Dat moet leiden tot zoveel inzicht in zijn leefwijze dat zowel de vlieg als de zomerwrang afdoende bestreden kunnen worden; het zal echter nog wel enkele jaren duren voor het zover is.



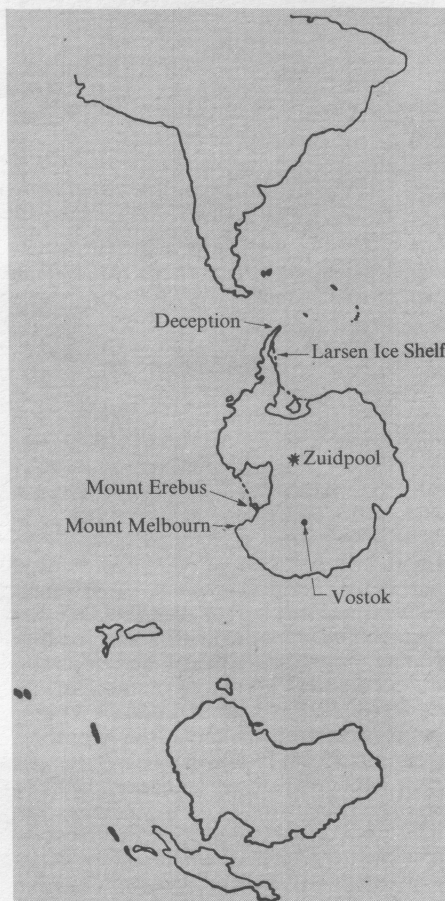
Een door zomerwrang aangetaste speen. De ontsteking is erg besmettelijk en niet of nauwelijks te genezen. Om uitbreiding van de ziekte te voorkomen, is slachten van de zieke dieren de enige oplossing. Foto CDI, Lelystad

Nieuwe vulkanen op de Zuidpool

Het deel van het Zuidpoolgebied dat aan de Stille Oceaan grenst, vormt de zuidelijke sektor van de "ring van vuur", de vulkanengordel rond die oceaan. In het verlengde van Nieuw Zeeland en van Zuid-Amerika waren tot nog toe drie vulkanen bekend. De grootste is Mount Erebus, 3794 meter hoog. Zo'n 400 kilometer verder naar het noorden ligt nog een vulkaan, de Mount Melbourn, ruim 3100 meter hoog. De derde bekende vulkaan ligt op Deception, een eilandje bij de noordpunt van het schiereiland dat richting Zuid-Amerika wijst. Afgelopen maart ontdekte de Chileense geoloog dr. Oscar Gonzales-Ferran vanuit een helikopter dat aan de oostkant van Graham Land, de noordelijke helft van het zojuist genoemde schiereiland, kennelijk kort tevoren twee nog onbekende vulkaantjes waren uitgebarsten. Ze bestaan uit lage bazaltkoepels; hoe hoog ze zijn, is nog niet vastgesteld. Materiaal dat door de vulkaantjes werd uitgeworpen, ligt over een groot gebied van de aangrenzende Larsen Ice Shelf, een pakket zeeijs dat aan het schiereiland vast zit. Eén van de vulkaantjes bezat nog een stoompluim. De vulkaan op Deception en de twee nu ontdekte vulkaantjes vormen de meest zuidoostelijke sektor van de "ring van vuur" en tonen aan dat de beweging van de oceaanbodemschollen daar nog gaande is.

Extreem koud op Zuidpool

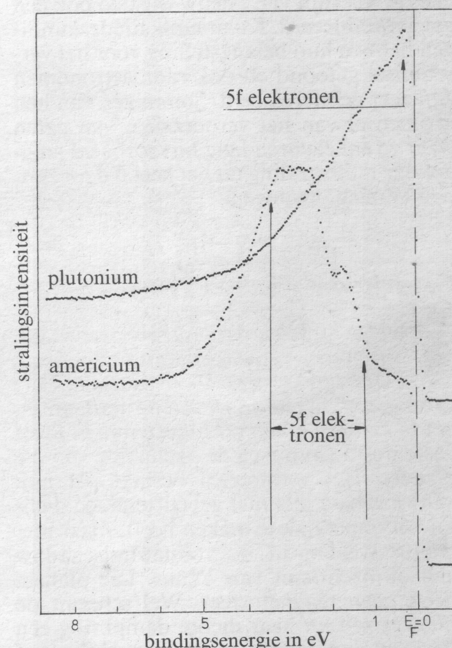
In onze zomer is het op het zuidelijk halfrond winter. Wie zich de beelden van de Falklandoorlog voor de geest haalt, herinnert zich de barre winterse omstandigheden daar. Aanmerkelijk kouder is het nog op Antarktika. Terwijl met name Spanje en Zuid-Frankrijk de heetste voorzomer van de eeuw beleefden, was het op de Zuidpool extreem koud. Op 23 juni werd precies op de Zuidpool, waar het Amerikaanse wetenschappelijke station Amundsen-Scott gevestigd is, een rekordlage temperatuur voor dat station



gemeten. Bij heldere hemel en zwakke wind wees de thermometer er −82,8 °C aan! Overigens was dat nog geen rekord voor Antarktika als geheel. Dat staat op naam van het Russische station Vostok. Daar werd op 24 augustus 1960 een waarde van −88,3 °C bereikt en dat is de laagst bekende temperatuur die ooit aan het oppervlak van onze planeet is gemeten.

Transuranen geplaatst

Door het kernfysisch onderzoek is men sinds vele jaren zeer zware elementen op het spoor gekomen. Die heeft men ondergebracht aan de staart van het zogeheten Periodiek Systeem, in de groep van de aktiniden, genoemd naar het element aktinium. Die groep heeft scheikundig sterk verwante eigenschappen. Op grond van theoretische en experimentele overwegingen denkt men dat de aktiniden toch geen homogene groep zijn, maar wel degelijk onderling grotere verschillen vertonen. Daar waren echter nog geen harde gegevens voor. Bij het Europese Instituut voor Transurane Elementen in Karlsruhe in West-Duitsland heeft men onlangs metingen gedaan die inderdaad een verdere verdeling van de aktiniden mogelijk maken.
De aktiniden lopen van aktinium met atoomnummer 89 tot lawrentium met atoomnummer 103. Er zijn al zwaardere elementen gevonden, maar die hebben nog geen officiële benaming gekregen. De aktiniden kenmerken zich door een geleidelijk aan opvullen van de 5f elektronenschil. Die schil bevindt zich in de buitenste regionen van de elektronenwolk om de atoomkern. De elektronen in deze schil bepalen sterk de chemische en fysische eigenschappen, doordat ze in chemische verbindingen wel of niet



De bindingsenergie van 5f elektronen verloopt bij plutonium op een manier die lijkt op die van de overgangselementen, terwijl bij americium het gedrag doet denken aan dat van de zeldzame aarden. Daarmee wordt de groep van de aktiniden in tweeën verdeeld.

sterk bijdragen aan de molekuulvorming. De zogeheten bindingsenergie van de elektronen is een maat voor het bindingsgedrag. In Karlsruhe heeft men nu aangetoond dat bij plutonium (atoomnummer 94) die elektronen wel aan binding in molekulen meedoen en bij americium (atoomnummer 95) niet meer. Dat betekent dat de lichte aktiniden (atoomnummer 89 t/m 94) lijken op de zogeheten overgangselementen in het Periodiek Systeem. Daarvan zijn er drie groepen, namelijk ijzer, kobalt, nikkel; ruthenium, rodium, palladium; osmium, iridium, platina. De aktiniden van atoomnummer 95 en hoger lijken dan op de zogeheten zeldzame aarden (scandrium, yttrium en de groep van de lanthaniden).
De inzichten in het gedrag van de aktiniden hebben praktisch nut in het omgaan met brandstof voor snelle kweekreaktoren en radioaktief afval. Daarin komen zware radioaktieve elementen voor en inzicht in hun chemisch gedrag is zeer gewenst.

Energie - nieuws

Eénbladige windgenerator

Iedereen is gewend aan windturbines die minstens twee rotorbladen hebben. Met één blad gaat het ook, en dat wordt momenteel bewezen door de Westduitse windgenerator Monopteros. Deze turbine staat sinds december vorig jaar bij Bremerhaven-Wedde in Noord-Duitsland; afgelopen voorjaar is hij in -experimenteel- bedrijf genomen. De bedoeling is dat hij zijn opgewekte elektriciteit aan het net van Bremerhaven gaat leveren. Wanneer hij volledig operationeel is, levert hij een vermogen van 350 kilowatt en op jaarbasis een hoeveelheid van 1,4 miljoen kilowattuur. De totale rotorlengte van de molen is 48 meter. De Monopteros werd in opdracht van het Duitse ministerie voor onderzoek en technologie (BMFT) ontwikkeld door MBB. Het ontwerp kreeg dit jaar twee in West-Duitsland zeer gewaardeerde prijzen uit de hoek van de industrie en de ingenieurs. De huidige molen is oorspronkelijk opgezet als proefmodel voor een generator die drie keer zo groot moet worden en die de benaming GROWIAN II zou krijgen. In hoeverre dat ook werkelijkheid wordt, hangt af van de resultaten in de proefperiode die nu met de Monopteros gaande is en van de uitkomsten van de proef met de GROWIAN waaraan we in ons vorige nummer aandacht besteedden.

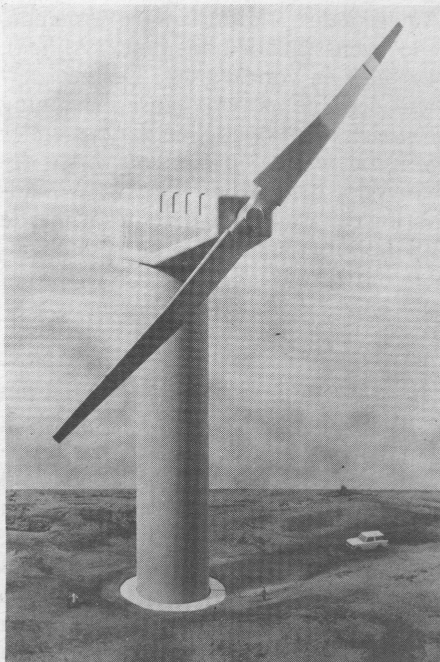
De Monopteros, een elegante éénbladige windgenerator; de rotor is 48 meter lang. Foto MBB



Windenergie in Engeland

Hoewel de Britse eilanden zeer geschikt zijn voor het opwekken van elektriciteit met hulp van de wind, is daar toch nog betrekkelijk weinig aandacht besteed aan deze vorm van energiewinning. Daar komt nu verandering in met het opzetten van een groot proefprojekt op Burgar Hill, op het grootste van de Orkney Eilanden, ten noorden van Schotland. Het projekt kreeg vorig jaar januari al goedkeuring van de Britse overheid en inmiddels wordt hard gewerkt aan de realisering ervan. Er komen twee windgeneratoren, die beide experimenteel zullen zijn. Eén van de molens is met een totale rotorlengte van 20 meter en een vermogen van 250 kilowatt, vrij klein. De andere krijgt een totale rotorlengte van 60 meter en een vermogen van 3 megawatt. Beide vermogens gelden voor de optimale windsnelheid van 17 meter per sekonde. De 250 kW molen, die jaarlijks zo'n 700.000 kWh zal leveren, wordt als eerste gebouwd en dient als prototype voor de 3 MW molen. De bouw van de kleine molen is op dit moment gaande. Onderdelen zijn al klaar, de gondel waaraan de rotor komt, wordt geassembleerd en op Burgar Hill zijn allerlei voorzieningen al gerealiseerd en is met de bouw van de toren voor de windgenerator net begonnen. In het voorjaar van 1983 moet de molen kunnen gaan werken. Beide molens krijgen een schommelende gondel, waardoor net als bij de Duitse GROWIAN, die in de vorige A&K besproken werd, de ongelijke winddruk op de wieken wordt opgevangen. De energiebehoefte van de Orkney's wordt momenteel gedekt door elektriciteit die door dieselaggregaten wordt opgewekt, maar dat is een dure manier van werken. Omdat er in afgelegen en slecht ontsloten gebieden op de wereld heel wat van dit soort aggregaten in bedrijf zijn, zal het sukses van de molens op Orkney, en vooral het koppelen aan het dieselnet, een omvangrijke markt openleggen. Dat is een overweging die in het Britse experiment duidelijk meespeelt.

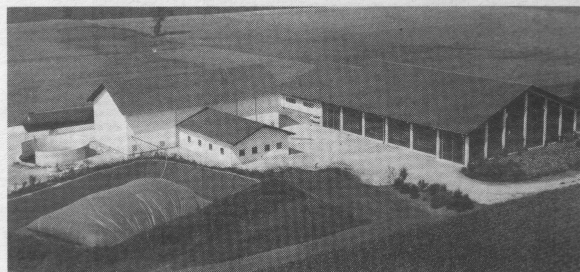
Een model van de 3 MW windgenerator die op het hoofdeiland van de Orkney's moet verrijzen. De rotorbladen zijn samen 60 meter lang. Foto BAeDG



Biogas in West-Duitsland

Even buiten het plaatsje Ismaning bij München staat de grootste experimentele biogasinstallatie van West-Duitsland. Deze installatie is nu ruim een jaar in bedrijf en de resultaten zijn boven verwachting goed. Naar schatting produceert de Duitse landbouw jaarlijks zoveel biologisch afval (vooral mest en plantenloof) dat ze daaruit ruim voldoende in haar eigen energiebehoefte zou kunnen voorzien. Er is daarom veel belangstelling voor de proef bij Ismaning. De installatie daar is heel groot. Er zijn twee afvalputten die elk 1400 kubieke meter kunnen bergen; boven elke put kan 500 kubieke meter gas opgevangen worden. De totale dagelijkse produktie is rond 4000 kubieke meter gas. Een bijzonder aspekt van het proces is dat het afval al vroeg in de verwerking gescheiden wordt in vast en vloeibaar. Dat blijkt tot een vijf à zeven maal zo hoge gasopbrengst te leiden omdat het proces effektiever kan verlopen. Het geproduceerde gas blijkt rijker aan methaan te zijn dan bij eerdere installaties (80 tegen 50%) en nauwelijks zwavelwaterstof (H_2S) te bevatten, waardoor het zonder meer in het openbare gasnet geperst kan worden. Na winning van het gas blijft een homogene, vrijwel niet stinkende massa over die heel goed als meststof te gebruiken is. Plezierig is ook dat de installatie op het proefbedrijf een zekere overkapaciteit blijkt te hebben. Dat maakt het mogelijk op een plotselinge grotere energievraag te reageren.

De biogasinstallatie bij Ismaning. Onder de "koepel" links wordt het gas opgevangen en via een leiding afgezogen. Foto MBB



Tanken zonder geld

Door het bedrijf Siemens is een personenidentifikatiesysteem (SIPASS) ontwikkeld, dat sinds kort geschikt is voor toepassing bij benzinestations. Met het systeem is het mogelijk om dag en nacht met zelfbediening te tanken zonder dat men meteen moet betalen. Op één SIPASS-terminal kunnen vier pompen aangesloten worden, die verschillende soorten brandstof kunnen leveren en ook alle vier gelijktijdig in gebruik kunnen zijn. De tankterminal wordt geïnstalleerd in een behuizing die op of vlakbij het pompeiland wordt opgesteld.
Men kan als automobilist zo'n terminal gebruiken door zich aan het apparaat kenbaar te maken via het invoeren van het kentekenbewijs (voor het voertuig) en het SIPASS-legitimatiebewijs (voor de klant). Pas dan wordt de pomp in bedrijf gesteld en de terminal registreert hoeveelheid en soort brandstof en slaat die informatie, samen met de gegevens over de klant en de brandstofprijs, in zijn geheugen op. De terminal kan uit de gegevens op het kentekenbewijs de gewenste brandstof afleiden en zo vergissingen bij het tanken voorkomen. ■



Symbool van de vrijheid, het Vrijheidsbeeld in de haven van New York. Het beeld is een geschenk van Frankrijk aan de Verenigde Staten bij het eerste eeuwfeest van de Amerikaanse onafhankelijkheid. Foto ANP

Doemdenken (4)

K.L.H.E.Elhorst

De groeten van het Vrijheidsbeeld

De "American way of life" oefende vooral na de Tweede Wereldoorlog veel aantrekkingskracht uit op het verwoeste en weer overeind krabbelende Europa. Er ontstond een beeld van de grote broer aan de overkant van de oceaan dat veel te idealistisch was. Wie in de geschiedenis duikt, ziet dat de Amerikaanse medaille ook een donkere keerzijde heeft.



Wolkenkrabbers, een Amerikaanse uitvinding, symbool van het vertrouwen dat de bomen tot in de hemel groeiden. Foto ANP

Licht van overzee

"Kruistocht door Europa" heette een boek dat Dwight D. Eisenhower schreef. Het staat vol herinneringen van de vroegere opperbevelhebber van de geallieerde strijdkrachten tijdens de Tweede Wereldoorlog. De gedachte dat de Amerikanen in Europa op kruistocht waren geweest, was wijd verbreid, in Europa en in de Verenigde Staten. Niemand die het Vrijheidsbeeld in de haven van New York heeft gezien, hoeft zich af te vragen wat de inzet van die kruistocht was geweest: vrijheid, demokratie en rechtvaardigheid. Een groot deel van de Europeanen geloofde er in 1945 echt in. Zeer vele Amerikanen ook en het wás ook echt. Tallozen voelden een oprechte afschuw van de hakenkruisknoet die Hitler vanuit Duitsland over Europa zwaaide. Een groot aantal Amerikanen hoopte het kwaad van Hitler en de zijnen snel te kunnen vernietigen. Daarna kon Europa eindelijk de Amerikaanse levensstijl overnemen. Die levensstijl ademde immers vrijheid, welvaart en vooruitgang! De meerderheid van de Amerikaanse bevolking kon zich niet voorstellen dat een ander volk die geneugten niet zou willen delen. Voor hen was de Tweede Wereldoorlog een ware kruistocht waarmee de VS definitief het licht in de wereld zouden ontsteken.

Een peer die licht geeft

Het zou niet de eerste keer zijn dat het licht uit de VS kwam. In 1878 kreeg Thomas Edison een patent op zijn uitvinding, de gloeilamp. Hij werd er zó bekend door dat er zelfs Bijbelteksten door werden verfomfaaid: Er zij licht, sprak Edison, en er was licht! De Bijbel en de uitvinder waren op zich trouwens niet zo'n merkwaardige kombinatie in de VS. De Amerikanen noemden hun land niet voor niets "God's own country". Bij alles wat verderop in dit artikel volgt, mogen we daarom niet vergeten dat de Amerikaanse samenleving is doordrenkt van een veelkleurig en hevig, soms zelfs excentriek, Christelijk geloof.

Wat de Amerikanen echter vooral kenmerkt, is hun pioniersschap. Pioniers voelden ze zich in 1878 nog steeds. Edison was er een voorbeeld van. Op eigen gezag nam hij gevaarlijke proeven in de treinwagon waar hij als ober werkte. Hij verloor zijn baantje pas toen de proefnemingen een keer fout liepen! Maar Edison is er bovenop gekomen door een andere Amerikaanse eigenschap. Hij had een zuiver talent voor zakendoen. De elektrische peer heeft hem geen windeieren gelegd.

Er waren in zijn tijd meer mannen van zijn kaliber. Een zekere Swan was aanvankelijk Edison's konkurrent. Uiteindelijk besloten ze te fuseren. De heren werden er "rijkelijk" voor beloond.

Het bleef evenwel niet bij licht alleen. Het geluid bleek ineens ook uit de VS te komen. In 1875 demonstreerde Graham Bell zijn sterk verbeterde telefoon. Op het nippertje kreeg hij er nog het patent voor ook. Edison, Swan en Bell waren niet de enige uitvinders in de VS van die jaren. Het leven in de "States" leek in die tijd pas goed op gang te komen.

De winst van het staal

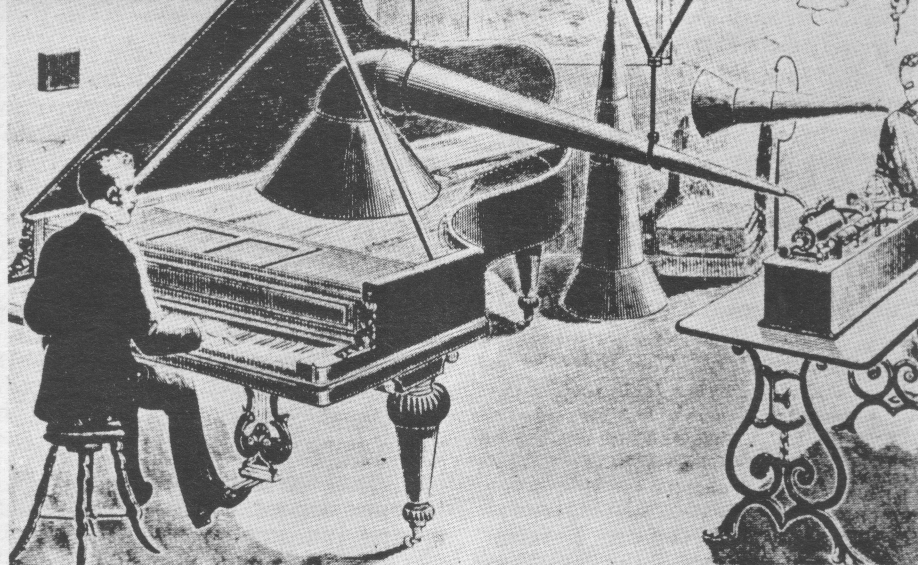
Toen Edison zijn ontdekking deed, was de Amerikaanse Burgeroorlog net dertien jaar achter de rug. In die oorlog was de overwinning uiteindelijk toegevallen aan het industriële Noorden. In naam was de strijd gevoerd om de afschaffing van de slavernij te bewerkstelligen. In naam was de strijd óók gevoerd om een krachtig centraal bestuur te vestigen.
De Burgeroorlog was bloedig en langdurig. Maar het meest opvallend was het feit dat de oorlog zo modern werd gevoerd. De Noordelijken blokkeerden de havens van de Zuidelijken met pantserschepen. Ze vuurden zelfs torpedo's op hun tegenstanders af. In de landoorlog trokken niet langer krijgsbenden kriskras door het landschap. Ze beloerden elkaar vanuit linies en loopgraven. De troepen hielden onderling kontakt door het telegraaftoestel van Morse. Bovendien lieten ze maar al te vaak hun voorraden aanvoeren met de trein. Het bezit van spoorwegen en stations werd dan ook erg belangrijk in de loop van de oorlog. Wie tenslotte een aanval op zijn tegenstander deed, kon op ontvangst van een soort mitrailleur rekenen. Dat wapen leidde een tijdperk in de bewapening in waarbij men er op uit was grote aantallen mensen ineens te doden! In dat opzicht hoort de mitrailleur thuis in de rij van fragmentatieprojektielen, chemische en biologische wapens en kernbommen. Hoewel veel van de moderne techniek nog maar in bescheiden mate werd gebruikt, verkondigde de toekomst zich toch duidelijk. Dat werd nog sterker toen het industriële Noorden de overwinning behaalde. Techniek, wetenschap, industrie en handel zouden de VS groot maken. Na de burgeroorlog was er dus alle kans voor uitvinders om gewaardeerd te worden.

Weinig vraagtekens

De uitvindingen kwamen dan ook bij massa's tegelijk. Bovendien gaf de Amerikaanse mentaliteit er een bijzondere richting aan. In het land waar men weinig gebonden was aan tradities, zagen uitvinders kans hun vindingen ook snel toegepast te krijgen. Dat was eigenlijk nog de grootste bijdrage van de VS aan de techniek. Zo gebruikten de Amerikanen al vóór 1890 stoom om graan te dorsen. Maar er was meer. In 1867 werd de schrijfmachine uitgevonden. In 1888 kwam de rekenmachine en in 1897 het kasregister. Op die manier konden talloze zakenlui hun boekhouding efficiënter voeren dan ooit tevoren. Voor velen lag er de mogelijkheid hun medewerkers nog beter uit te buiten dan in voorgaande jaren. Mechanisatie bracht immers tijdbesparing óf produktieverhoging! Het gemak van de werknemers werd er zelden mee gediend. Maar welke immigrant ging er nou ook "voor z'n gemak" naar de Verenigde Staten!
Zo ging het ook in de krantenwereld. Er kwam een linotypemachine, een rotatiepers en vouwmachines. Zo konden 240.000 kranten per uur gebruiksklaar gemaakt worden. Zo kon ook de zeldzame krantenjongen steenrijk worden en opklimmen tot superondernemer. Maar het gezegde "het gemak dient de mens" ging niet op. In de VS kon men haast spreken van "het gemak dient het inkomen".
De mijnbouw profiteerde ook van de groei van wetenschap en techniek. In 1870 werd een enorme voorraad zilver gevonden in de Rocky Mountains. Onmiddellijk togen talrijke gelukzoekers naar het gebied. Bovendien begon in hetzelfde jaar een fabriek in Nevada zilver op wetenschappelijk gefundeerde wijze te verwerken.
Verder bleef ook de landbouw niet onaangeroerd door het wonder der techniek. In 1840 bouwde Cyrus McCormick een maaimachine. In 1860 maaide hij niet meer. Toen had hij al 250.000 van die machines verkocht! Later kreeg de boer de beschikking over oogstmachines voor mais, mestverspreiders, aardappelplanters, grasdrogers en broedmachines. De wetenschap drong door in de landbouw en onderzoekers vonden middelen tegen varkenscholera en mond- en klauwzeer.
Het was allemaal een flink stuk vooruitgang in de landbouw. De produktie steeg zodat de boeren zich steeds meer gingen koncentreren op de wereldhandel. Voor hen werd de wereld-graanprijs belangrijker dan de behoefte van Amerikaanse magen. In de jaren dertig van onze eeuw was de opgeblazen landbouwproduktie aanleiding tot de meest weerzinwekkende taferelen. Zo waren er in die jaren machinisten die graan stookten in hun lokomotieven. Dat kwam ten goede aan het spoorwegverkeer waarvan miljoenen verhongerde zwervers gebruik maakten. Deze zogeheten hobo's zwierven mee op wielassen en op de daken van de wagons!
Omstreeks 1880 was men echter vol lof over de vooruitgang in de VS. De telefoon bracht vrienden, geliefden en zakenlui sneller en dichter bij elkaar. Men

In het kader van hun Monroedoktrine begonnen de Amerikanen Midden- en Zuid-Amerika als hun achtertuin te beschouwen, waar ze zich de vrijheid toeeigenden hun belangen hoe dan ook te verdedigen. Zo dwongen de Amerikanen in 1903 het recht af om een strook dwars door Panama te mogen gebruiken en er een kanaal door te laten graven. Dat maakte de verbinding over zee tussen het westen en het oosten van de VS enorm veel korter. Het kanaal werd in 1914 geopend. Foto ANP





Het maken van een plaatopname rond 1890. De uitvinding van de grammofoon, tien jaar eerder door Edison, was daar de basis voor.

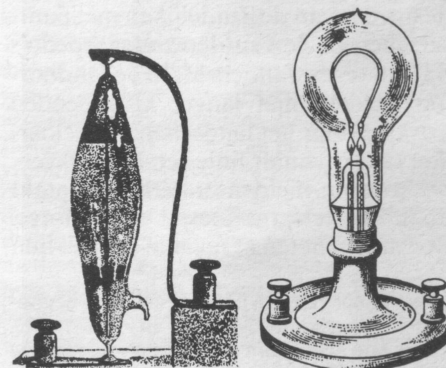
lette er minder op dat het apparaat steeds meer een rustverstoorder werd die nacht- en zondagsrust doorbrak. Het toestel had immers om dezelfde redenen ook voordelen: de plattelandsdokter en de veearts werden beter bereikbaar. De gevolgen van Edison's ontdekking rezen helemaal de pan uit. Door het elektrisch licht kon 's nachts beter gewerkt worden dan voorheen. Bovendien veranderden steden bij het donker worden in zeeën van licht. Zo kon het leven van overdag doorgaan tot diep in de avond. Het bracht allemaal in toenemende mate onrust met zich mee, die op zichzelf niets met elektrisch licht te maken had. Tenslotte was licht alleen maar nodig om in het donker te kunnen zien. Maar aan het eind van de negentiende eeuw maakten weinig Amerikanen zich daarover bezorgd. Zij meenden dat hun land het land van de onbegrensde mogelijkheden was. Zij geloofden ook, als goede sociaal-Darwinisten, dat hun volk het beste ter wereld was en dat de bemoeienis met anderen tot het zakelijke vlak beperkt moest blijven. Dat gold allemaal natuurlijk alleen voor de blanke Amerikanen.

Vrijheid in de VS

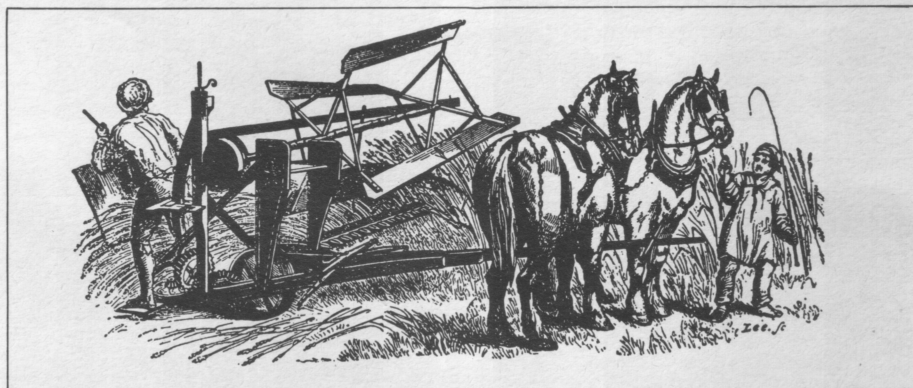
De Verenigde Staten waren het land van de onbegrensde mogelijkheden. Zeker, er lagen schone kansen voor iedereen die hard wilde werken. President Lincoln en uitvinder Edison waren er zeer levendige bewijzen van. Onbegrensde mogelijkheden waren er zeker ook voor de handige rijke ondernemers. Zij zagen kans hun zakken te vullen met overheidsgelden, in de vorm van subsidies. Omkoperij, chantage, diefstal behoorden in die dagen net zo tot het zaken doen als geld verdienen. Daarom werden enkele grote ondernemers al gauw bekend onder de naam "robber barons". Een zekere Vanderbilt wist zich in die kringen aardig aan te passen. Voor andere Amerikanen bestonden er vaak aanmerkelijk minder vrijheden. In de eerste plaats waren de negers en de indianen daar slachtoffer van. De negers werden over het algemeen verlaagd tot de meest erbarmelijke loonslaven. Achteraf bleek dat vele negers het vroeger op de plantages beter hadden gehad. De indianen moesten wijken voor het nietsontziende geweld en de oneerlijkheid van de blanken. Langzaamaan begonnen ze weg te kwijnen, of zich aan te passen aan de blanke kultuur.

Een enkele neger zag kans zich uit de duisternis van zijn huidskleur omhoog te werken. Dat gebeurde dan tegen de stroom in, want de "zwarte man" kreeg weinig medewerking. Daar was dan George Washington Carver. Hij rees tot ongelooflijke hoogten en vijf jaar na zijn dood (in 1948) verscheen zijn afbeelding zelfs op een postzegel. Carver werkte zich vanaf 1896 op tot één van de leidinggevende landbouwscheikundigen van de VS. Hij gaf de boeren les in bodembescherming, gebruik van de pinda en de ontwikkeling van kleurstoffen. Maar temidden van zijn volk was hij een eenzame enkeling. De meeste negers kregen geen kansen in dit paradijs van vrijheid (dat de VS volgens de grondwet toch hoorde te zijn). Trouwens, niet alleen negers behoorden tot de kansarmen in de VS. Talloze blanken balanceerden steeds op de grens tussen hongeren en sterven. Bovendien zagen ondernemers ook wel kans hun werknemers elk greintje vrijheid te ontnemen. Zo had de ondernemer Pullman in de buurt van Chicago Pullmancity gesticht. Er waren huizen, parken, een kasino, een kerk en een markt. Onder de grond liepen gas- en waterleidingen. Maar, de inwoners (werknemers van Pullman) moesten bij de verkiezingen op zijn kandidaat stemmen. Bovendien waren de prijzen voor water en gas dubbel zo hoog als in andere plaatsen. Zo leek Pullmancity een royaal gebaar van de werkgever, maar was het in werkelijkheid een poel van ellende en armoede. In 1893 brak er een fikse staking uit. Pullman kon de staking moeilijk de baas. President Cleveland stuurde echter troepen om de "orde" te herstellen. Als het er op aan kwam, bleek het vrijheidsideaal dus alleen voor de rijken te gelden. En zij die van de vrijheid genoten, waren goede maatjes met het gezag. Zeker, het vrijheidsideaal van de Amerikanen was mooi en produktief geweest, maar tussen 1865 en 1900 maakte het plaats voor de vrijheid van de bestuurders en de vermogenden.

Een elektrische lamp van Swan uit 1878 en een van Edison uit 1881 naar gravures uit die tijd. Swan en Edison waren konkurrenten, maar ze fuseerden en werden samen rijk.

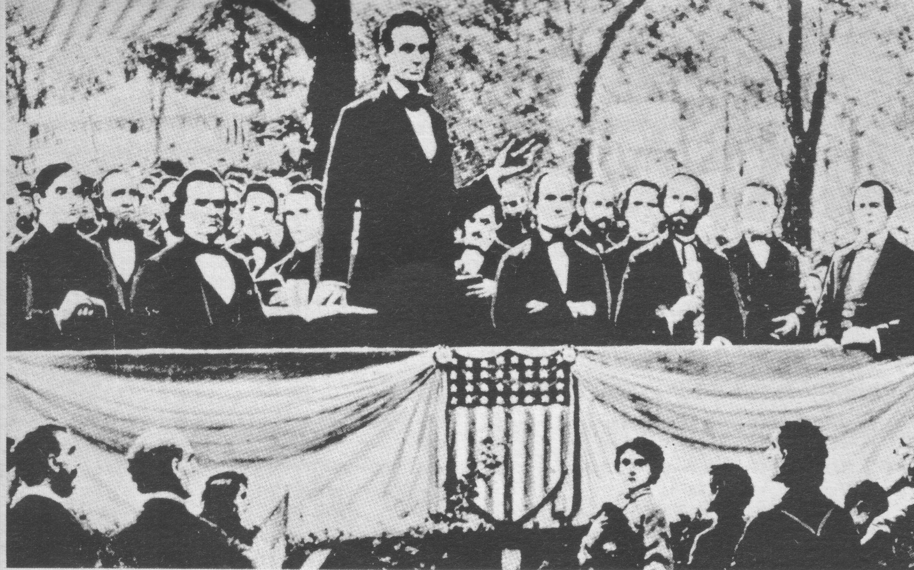


Het begin van de mechanisatie in de landbouw: een maaimachine van McCormick.



Aan zichzelf genoeg

Het ideaal was gebleven en de mensen waren er ook nog. De vrijheid stond in de VS hoog aangeschreven en de demo-



Abraham Lincoln (staand) in een openbaar debat met Stephan Douglas (rechts van hem) in 1858 tijdens de verkiezingsstrijd voor de Senaat. Zoals zo vaak in die jaren was het afschaffen van de slavernij het onderwerp van de woordenstrijd. Drie jaar later was Lincoln president, begon de vier jaar durende Amerikaanse Burgeroorlog en kwam er tenslotte inderdaad een einde aan de slavernij. Voor veel negers maakte dat in de praktijk weinig uit.

kratie werd door de Amerikanen aanbeden. De leidende families in de VS maakten er volop gebruik van. Zo keerden ze zich zoveel mogelijk af van het oude Europa met zijn koningen, keizers en nationale verlangens. De Europeanen werden in de VS voorgesteld als ouderwets, onpraktisch en traag. Daarom vonden de Amerikanen dat ze maar beter zo min mogelijk met Europa te maken moesten hebben. Natuurlijk mochten de Europeanen de Amerikaanse industrie- en landbouwprodukten kopen, maar daar bleef het dan ook bij. Men voelde zich beschut tussen de Atlantische en de Stille Oceaan. In het zuiden van Amerika woonden alleen maar enkele onbetrouwbare Latijns-Amerikaanse "bengels". Het superieure Noord-Amerikaanse intellekt en de drang tot vooruitgang zou die "Latijnen" wel onder de duim houden, zolang de Europeanen zich er maar niet mee bemoeiden. Daarom streefden de Amerikanen naar een "Amerika voor de Amerikanen". Dat was de zogenaamde Monroeleer. Het was ook een vrijbrief voor de Amerikanen om het hele kontinent als hun "achtertuin" te beschouwen.

Dat bleek bijvoorbeeld in 1903, toen de Noord-Amerikanen in Panama een schijnrevolutie op gang brachten om het gebied in handen te krijgen. Daarna lieten ze er het Panamakanaal graven. Veertigduizend man waren er tien jaar lang aan het werk onder de meest erbarmelijke omstandigheden. Maar techniek, medische hulp en ijzeren wil hield ze aan de slag. Dat was niet mogelijk geweest zonder de aandrang en techniek van de VS. Op 3 augustus 1914 voer het eerste schip door het kanaal. Het was dezelfde tijd waarin in Europa voor het eerst een "wereldoorlog" van start ging. Drie jaar later zouden de Amerikanen zich er ook mee bemoeien.

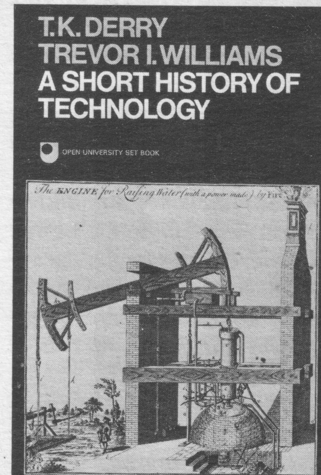
Wat er veranderde

Eisenhower meende in 1945 een kruistocht in Europa volvoerd te hebben. Maar in de Eerste Wereldoorlog hielden de Amerikanen er al dezelfde opvattingen op na. In 1917 landde generaal Pershing met meer dan een miljoen soldaten op de Franse kust. "Lafayette, here we are" riep hij toen. Hij was zich bewust van de gelijksoortige doelstellingen van de Franse en de Amerikaanse Revolutie. Lafayette had daarbij een belangrijke rol gespeeld. De Franse revolutionair had immers de VS bezocht om de vrijheid van de Amerikanen te leren.

De Eerste Wereldoorlog gaf een nieuwe stimulans aan de Amerikaanse industrie. Een groot aantal ondernemers voer wel bij de strijd. Toen de oorlog in 1918 voorbij was, hadden de Amerikanen al weer schoon genoeg van Europa en de oorlog. In 1920 riepen verscheidene konservatieven "Lafayette, here we are still". Opnieuw verhoogden de Amerikanen hun invoerrechten, ze werden géén lid van de Volkenbond (zoals hun president Wilson graag had gewild) en ze trokken zich terug in een isolationisme dat doet denken aan de Britse "splendid isolation". Maar de vaart was er nog niet uit in de VS. De welvaart groeide, de techniek bloeide, de wetenschap ontving waardering en uitvindingen waren er bij de vleet. Men begon gewassen op het land uit vliegtuigen te bespuiten (1921). De boeren maakten zich toen nog weinig zorgen om de gevolgen voor het milieu en de volksgezondheid. De konsument werd een onderdeel van een grauwe massa die zijn boodschappen deed in de supermarkt (vanaf 1930). Om elke burger zo lang mogelijk ekonomisch nuttig te laten zijn, was de volksgezondheid echter toch van belang. Daarom was de uitvinding van de pacemaker (1932) voor velen een "pak van het hart". Tegelijkertijd kondigde het apparaatje echter een nieuw tijdperk aan, dat van de periode waarin het menselijk leven "gerekt" kon worden. Vele jaren later begon men zich af te vragen of dat zedelijk verantwoord was.

Tussen de wereldoorlogen lette daar bijna niemand op. Men zag er veeleer de vruchten in van een geestelijke vrijheid die in weinig andere landen voorkwam. Het was in ieder geval een vrijheid die in Nazi-Duitsland en Sovjet-Rusland nog met geen zaklantaarn te vinden zou zijn geweest. Daarom was het ook geen wonder dat miljoenen Amerikanen de bevrijding van Europa beschouwden als een kruistocht. Het sukses van deze kruistocht van 1941 tot 1945 gaf de Amerikanen het gevoel dat hun levensstijl inderdaad superieur was aan alle andere. Daarbij waren ze al gauw geneigd de feilen van hun eigen samenleving over het hoofd te zien. De onderdrukking van de negers en indianen en de mensonterende armoede van de "poor whites" werden op de achtergrond geschoven. Het arrogante optreden van de Amerikanen in Latijns-Amerika en Azië verbleekte bij de wandaden van de Nazi's. De kloof tussen de droom van een wereld vol gelukkige mensen die op zijn Amerikaans leefden en de machtspolitiek in het buitenland en de sociale misstanden in het Amerikaanse binnenland wreekte zich pas twintig jaar na de Tweede Wereldoorlog. Toen bleek de Amerikanen pas dat hun land misschien onbegrensde mogelijkheden bezat, maar dat de wereld in zijn geheel wel grenzen had. Voor de meeste Amerikanen kwam die ontdekking als een schok. Het werd voor hen de vraag waar ze deze keer het licht vandaan moesten halen.

Een interessant boek over de geschiedenis van de techniek is "A short history of technology" van T.K.Derry en Trevor I.Williams, Oxford University Press, 1960.

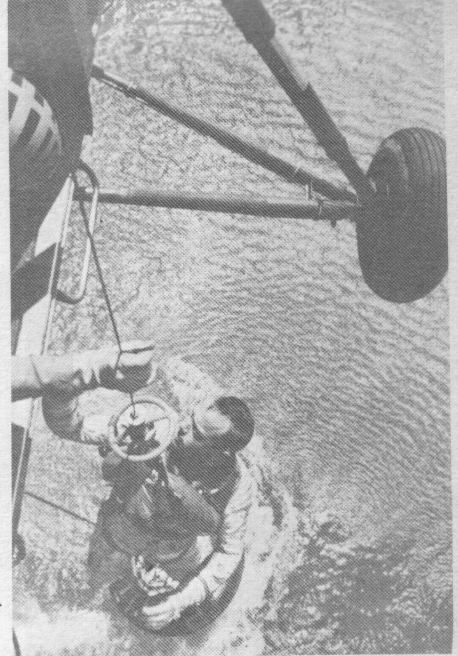


■

Het verhaal van de Mercury-astronauten (slot)

„PURE KLASSE”

Cape Canaveral lag in Florida, maar niet in dat deel van Florida waarover je naar huis zou schrijven (...). Cape Canaveral was Cocoa Beach (...) de badplaats aan de Cape (...), de badplaats voor alle armetierige luitjes die geen geld genoeg hadden voor de badplaatsen die verder naar het zuiden lagen. Zelfs het strand was armetierig, en bij eb honderd meter breed en hard als steen.



Alan Shepard wordt na zijn geslaagde ruimtesprong aan boord van een bergingshelikopter gehesen. ▷

Dat strand was daarom een geliefde plek voor jongelui om met hun auto's rond te scheuren. En dat was één reden waarom de astronauten er dol op waren. Het herinnerde aan de verhalen over Edwards of Murdoc in de legendarische jaren veertig en vijftig. *Het was een van die gebleekte, zanderige, kale stukken land die geen zinnig mens wil hebben (...) en die door de overheid gebruikt worden voor het testen van snelle, gevaarlijke toestellen, en daar wordt dan een gribusrijk gevestigd waarvan de koningen voor het testen zorgen. (...)En net zoals het aloude Edwards bleek de Cape, dit arme godverlaten achterblijvertje in de opmars van de evolutie, voor diegenen die er om gaven een paradijs te zijn van Vliegen & Drinken en Drinken & Rijden en Rijden & de rest. Of voor Drinken & Rijden & de rest, op zijn minst. Vliegen deden ze nog steeds niet.*

Botsing der karakters

De training bestond grotendeels uit oefenen in de vluchtnabootser; ook kregen ze veel instrukties over lanceerprocedures en zo. Hun opleiding brachten ze daarom hoofdzakelijk zittend in klaslokaaltjes en liggend in de vluchtnabootser door. De training was niet zozeer inspannend als wel vervelend. Als reaktie nam het Rijden ongekende vormen aan, en dat dreigde ook te gebeuren met "de rest", met de vrouwelijke fans die overal waar de astronauten verschenen, als uit het niets leken op te duiken. Het was John Glenn die daarover losbarstte.

Dat gedonder met die meiden (...) was uit de hand gelopen. Ze wisten allemaal dat dat heel vervelende gevolgen kon hebben. Ze stonden allemaal vierkant in de schijnwerpers van de publiciteit. Dat was de kans van hun leven, en sorry, maar hij was niet van plan om toe te zien hoe anderen de hele zaak kompromitteerden omdat ze de rits van hun broek niet dicht konden houden.

Glenn was in die dingen heel principieel. Binnen de groep was er één die even hard tegen Glenn inging, Al Shepard. Er leken trouwens twee Shepards te zijn, de ene de vrolijke Al van de Cape, de andere de volkomen, zo nodig ijzig, korrekte beroeps marineofficier. Glenn had één grote bondgenoot, Scott Carpenter, de meest gestudeerde en tegelijk fysiek en psychisch de taaiste van de Zeven. Schirra en Cooper stonden aan de kant van Shepard, terwijl Grissom en Slayton, een onafscheidelijk stel, eigenlijk nergens mee lastig gevallen wilden worden.

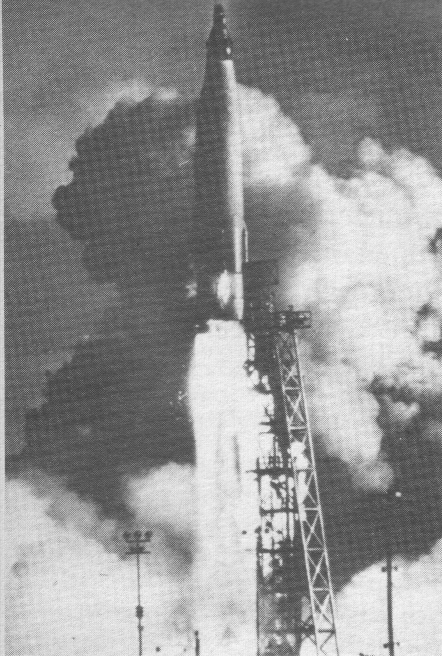
Scott Carpenter werd door de rest excentriek gevonden, iets wat Glenn en de artsen juist interessant aan hem vonden. *Scott was de enige met wie je op je gemak kon praten over de meer algemene en filosofische kanten van het Mercury-projekt en ruimtereizen. Scott was de enige met iets van een dichter in zich, in die zin dan dat het idee van ruimtevaart zijn verbeelding prikkelde. Soms zette hij 's avonds een teleskoop op een standaard op het dak van zijn auto en reed naar buiten om een beetje naar de sterren te kijken en te mijmeren over de meest vergaande astronomische spekulatie: WAT IS MIJN PLAATS IN DE KOSMOS? Stel je eens voor dat Grissom dat zou doen! Als Gus een teleskoop had zou hij misschien het smalle uiteinde ervan gebruiken om een kalkoenpoot die vastzat in de muil van een stortkoker los te rammen, maar meer ook niet. Gus en Deke stonden met z'n tweeën aan het andere einde van het kontinuum. Het ging erom op de rug van de metalen vogel de ruimte in te gaan, het karwei te klaren en terug te komen, en laten we in godsnaam alle ongein tot een minimum beperken.*

Het bleef uiteindelijk niet al te best boteren tussen Shepard en Glenn. Beiden wisten dat ze in de race waren voor de eerste, suborbitale, vlucht en toen Shepard werd aangewezen, was dat binnen de groep meer dan zo maar een beslissing.

Ruimte-sprongetjes

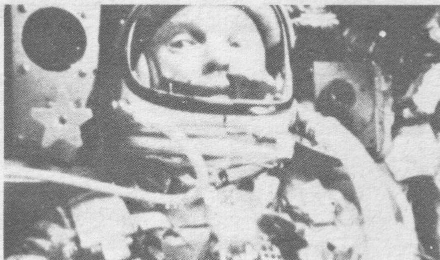
Op 5 mei 1961 was het dan eindelijk zo ver. Al Shepard maakte in zijn Freedom 7 een sprong in de ruimte, die maar een kwartier duurde. Vergeleken met de vlucht van Joeri Gagarin, een maand eerder, was dat niets natuurlijk, maar bij de NASA was men bijzonder opgetogen, vooral ook omdat het Mercury-programma tot dan toe heel wat onbemande proeflanceringen had zien mislukken. Shepard had zijn sprong gezond en wel overleefd en was een held geworden, die een enorme ontvangst kreeg, tot aan president Kennedy toe. Die hield trouwens op 25 mei zijn beroemde toespraak waarin hij de landing op de Maan als grote doel in het Amerikaanse ruimtevaartprogramma voor de jaren zestig stelde.

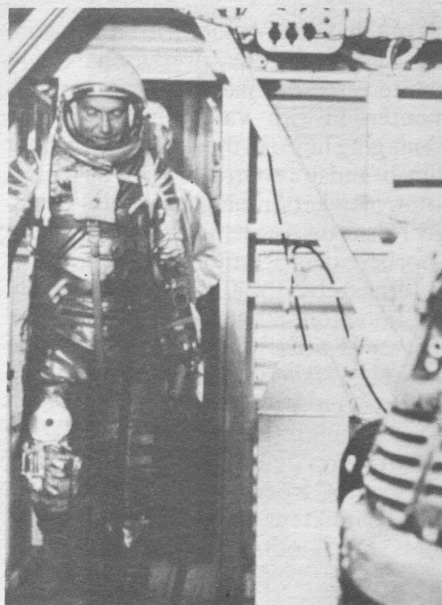
Op 21 juli 1961 was het de beurt aan Gus Grissom voor een orbitale sprong. Het plassen-probleem werd opgelost door...de verpleegster uit het medische team voor de astronauten. Zij kocht in Cocoa Beach een step-in en daar maakten ze een kondoom aan vast! Hij zat wel verdomd strak, vond Gus, maar hij dacht dat hij het er wel mee zou redden. Zijn sprong in de Liberty Bell 7 duurde zestien minuten en toen begon het drama Grissom. Na zijn landing liet hij het ontsnappingsluik van zijn kabine ontploffen voordat de kapsule gezekerd was. Zijn Liberty Bell begon water te maken en zonk. Grissom moest zwemmen voor zijn leven. De medische registraties wezen op pure paniek tijdens het hele voorval. "Ik heb niks gedaan, ik lag daar alleen maar - en dat ding ontplofte gewoon", bleef hij na afloop volhouden. Niemand geloofde er iets van, maar er was ook niemand die dat hardop zei. In de volgende weken probeerden technici het luik van een Mercury-kabine spontaan te laten wegploffen,



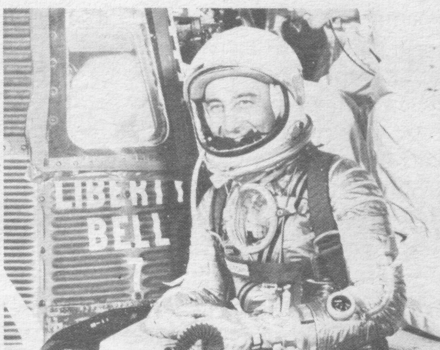
◁ **De eerste twee Mercury-lanceringen gebeurden met een Redstone raket, maar voor het bereiken van een baan om de Aarde was de aanmerkelijk krachtiger Atlas nodig. Hier de lancering van de Sigma 7 van Wally Schirra.**

Een opname van Glenn, tijdens zijn ruimtevlucht gemaakt door een automatische kamera. Glenn ontdekte onder andere vuurvliegjes buiten zijn kabine en een tijdlang was men bang dat het hitteschild van zijn kabine was losgeraakt; dat bleek niet zo te zijn. ▽





Wally Schirra op weg naar zijn Sigma 7 op de dag van zijn lancering.



◁ **Gus Grissom voor zijn Liberty Bell 7, die direkt na de landing verloren zou gaan en nooit is geborgen.**

De eerste twee lichtingen astronauten. Op de eerste rij zitten de Zeven van het Mercury-programma. Helemaal rechts Deke Slayton die geen vlucht mocht maken omdat bij hem een onschuldige hartafwijking werd gekonstateerd. De tweede lichting, achterste rij, werd in september 1962, nog voor de vlucht van Wally Schirra, bekend gemaakt. Verscheidenen van hen hadden tevergeefs geprobeerd Mercury-astronaut te worden. ▽



maar wat ze ook voor waanzinnige dingen probeerden, het luik bleef op zijn plaats. Naar buiten toe werd dit alles zorgvuldig geheim gehouden. Ook Grissom was nu een held en ook hij kreeg geweldige ontvangsten.

Eindelijk rond de Aarde

Zestien dagen na Grissoms vlucht verbleef de Rus German Titov in zijn Vostok-2 maar liefst een etmaal in de ruimte. Daarop besloot de NASA dat de derde Mercury-vlucht geen ballistische sprong meer zou zijn, maar een tocht van drie rondjes om de Aarde. De aangewezen astronaut, John Glenn, werd door die beslissing van figurant ineens een hoofdrolspeler in het denkbeeldige gevecht tegen de Russen. Glenn begon de held van de natie te worden, nog voor dat hij er zelf erg in had. Wie het wel aan den lijve ondervond, was Annie, zijn vrouw. Zij werd op de dag van de vlucht in haar huis overspoeld door verslaggevers. Tot overmaat van ramp zat, een paar straten verder in een limousine, vice-president Johnson te wachten totdat zijn pad naar huize Glenn gebaand was door veiligheidsbeambten. Dat was echter het laatste waar Annie behoefte aan had en ze weigerde medewerking. Op de Cape volgde intussen het ene uitstel het andere op en tenslotte werd Glenn, na vijf uur wachten en volkomen afgepeigerd, weer uit zijn kapsule gehaald om vervolgens naar de telefoon gesleept te worden. Er waren problemen met zijn vrouw, werd gezegd. John belde op, hoorde wat er gaande was, begreep dat, terwijl hij lag af te zien in zijn kabine, de NASA-top maar één ding bezig hield, Johnson een pleziertje te doen, en zei tegen Annie: *Luister, als jij niet wilt dat de vice-president of de televisiemaatschappijen of wie dan ook het huis inkomt, dan is de zaak daarmee wat mij betreft afgedaan, dan kómen ze er ook niet in - ik sta voor de volle honderd procent achter je, zeg dat maar tegen ze. Ik wil niet dat Johnson of iemand anders ook maar een VOET binnen de deur zet!* Meer had Annie niet nodig en ze werd onwrikbaar als een brok graniet. Johnson was razend en Webb, de hoogste man van de NASA, had van Glenn te horen gekregen dat hij "buiten zijn boekje ging". De astronaut maakte de dienst uit en niet Webb, de topman van de NASA.
Dat werd nog meer zo toen Glenn tenslotte op 20 februari 1962 in zijn Friendship 7 drie geslaagde, maar spannende rondjes om de Aarde maakte. Amerika lag aan zijn voeten en de held van het eerste uur, Shepard, moest tandenknarsend toezien.
Voor de volgende vlucht was Deke Slayton aangewezen. Er was een kleine hartafwijking bij hem ontdekt en ook al vond geen van de geraadpleegde medische specialisten dat een bezwaar, NASA-baas Webb gebruikte de zaak om zijn nederlaag tegen Glenn te wreken. Slayton werd afgevoerd en Scott Carpenter aangewezen.
Hij ging op 24 mei 1962 voor drie rond-

jes om de Aarde omhoog in zijn Aurora 7. Carpenter, de wetenschappelijk geïnteresseerde, had een paar experimenten in zijn vluchtplan gekregen. Daar ging hij zo in op dat hij slordig met zijn brandstofvoorraad voor de standkontroleraketten omging en zijn terugkeer naar de Aarde niet tijdig was gaan voorbereiden. Resultaat, hij schoot het landingsgebied 400 kilometer voorbij, het radiokontakt was lange tijd verbroken en de natie werd voorbereid op het ergste: "Ik vrees...dat we misschien...een astronaut verloren hebben...!" snikte sterverslaggever Walter Cronkite op de buis. Alles liep goed af en ook Carpenter werd een held. Vluchtdirekteur Chris Kraft zwoer echter: "Die klootzak vliegt nooit meer voor me."

Naar operationele status

Wally Schirra, aangewezen voor de volgende vlucht, was vast van plan te laten zien dat een ruimtevlucht ook netjes uitgevoerd kon worden. *Al die wetenschappelijke onzin kon wel even wachten. Carpenters vluchtagenda was stampvol geweest met Willy Wortel-experimenten. De wetenschappers (...) hadden bij deze vlucht hun gang mogen gaan...en je zag wat het resultaat was. Carpenter had serieus geluisterd naar Professor Sickbock & Co en was daardoor in de problemen gekomen. (....) Ze zaten nu net in de kritieke, operationele fase van het programma, in de kruciale fase van de echte TESTVLUCHT; dit was geen werk voor nitwits, dit was gevaarlijk.*

Op 3 oktober 1962 draaide hij in zijn Sigma 7 zes keer om de Aarde, voerde een vlekkeloze vlucht en een preciese landing uit en bewees dat Mercury operationeel aan het worden was. Ook Schirra werd een held.

Intussen hadden de Russen in augustus een imponerend staaltje ruimtevaart weggegeven. Op 11 augustus lanceerden ze de Vostok-3 en een dag later de Vostok-4. De twee kabines naderden elkaar in hun banen tot op vijf kilometer. De Russen spraken van een groepsvlucht en de Amerikanen zagen al *hele formaties van Sovjet ruimtekrijgers* door het heelal vliegen, en hun eigen programma had het nog maar tot drie rondjes om de Aarde gebracht. Gelukkig kwam toen de soepel verlopende vlucht van Schirra.

Cooper slaat terug

Na Schirra's vlucht was het aan Cooper om de Amerikanen terug in de race te brengen. Op 15 mei 1963 werd Gordo in zijn Faith 7 gelanceerd voor een vlucht van 22 baantjes om de Aarde. Cooper, de jongste van de Zeven en tot dan toe ook de minst opvallende, toonde zich een ontspannen en koelbloedige ruimtevaarder. Tegen het eind van de vlucht begon probleem zich op probleem te stapelen. Als hoogtepunt viel het automatische besturingssysteem volledig uit. Cooper moest met handbediening de hele terugkeer in de dampkring uitvoeren, hij moest VLIEGEN. Dat deed hij en hoe: hij voerde de meest precieze landing van het hele programma uit. *Niemand kon het ontkennen...iedereen moest het wel zien...toen de zaken er slecht voor stonden hád Gordo de wereld de pure, superieure klasse getoond.* Hij werd na Glenn de beroemdste van alle astronauten. Hij had de Amerikanen teruggebracht in de ruimterace met de Russen.

Pure Klasse van Tom Wolfe is vertaald door Gerrit de Blaauw, Marion Op den Camp en Gideon den Tex, uitgegeven door Hollandia BV in Baarn, is 372 pagina's dik

■

STS-4, militaire stilte

Huub Eggen

Alle illustraties NASA

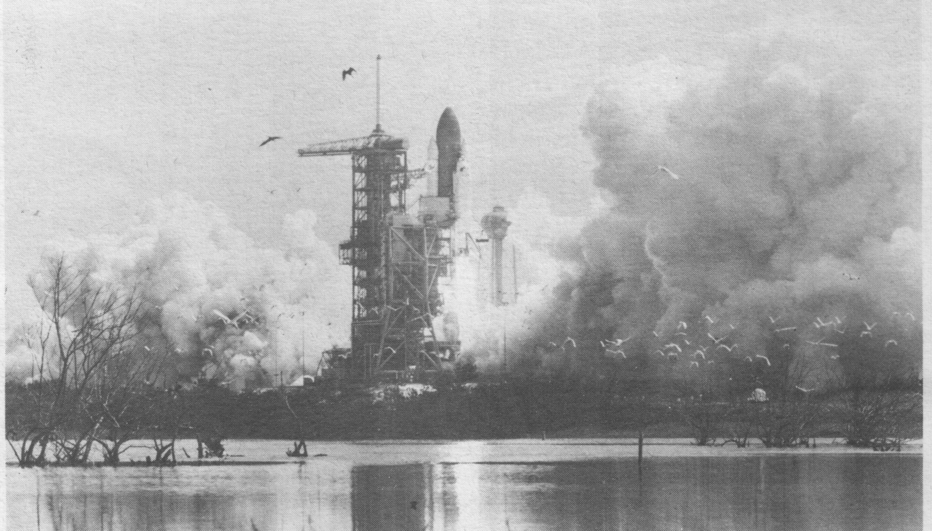
Met een perfekt op tijd uitgevoerde lancering, een redelijk probleemloos verlopen vlucht en de eerste landing op een betonnen baan heeft de NASA de zekerheid gekregen dat haar Space Shuttle operationeel verklaard kan worden. De eerstvolgende vlucht staat voor 11 november op het programma. Dan worden ook de eerste kunstmanen meegenomen.

De vlucht van de STS-4 werd voor een belangrijk deel gekenmerkt door stilte. Dat kwam niet alleen omdat de astronauten, Thomas Mattingly en Henry Hartsfield geen al te spraakzame figuren zijn of dat de pers het Space Shuttle programma al een beetje als routine gaat zien. Nee, de belangrijkste oorzaak vormde de militaire lading. Het ministerie van defensie en de NASA hadden een kompromis bereikt over het behandelen van die lading. Konversatie erover via de voor iedereen te beluisteren verbindingslijn tussen Houston en de Columbia zou tot een minimum worden beperkt en er zouden alleen korte kodeboodschappen uitgewisseld worden. De meeste informatie zou, in kryptische termen gesteld, verlopen via het telexapparaat in de orbiter. Verder zouden geen beelden worden vertoond waarop de militaire lading, in het laadruim, te zien was. Beide afspraken leidden een paar keer tot chaotische momenten. Overigens werkten de astronauten in de tijden dat ze weinig van zich lieten horen, hard en soms vindingrijk aan het vluchtschema en optredende probleempjes. Het wordt allemaal heel professioneel, konstateerden NASA-officials met voldoening.

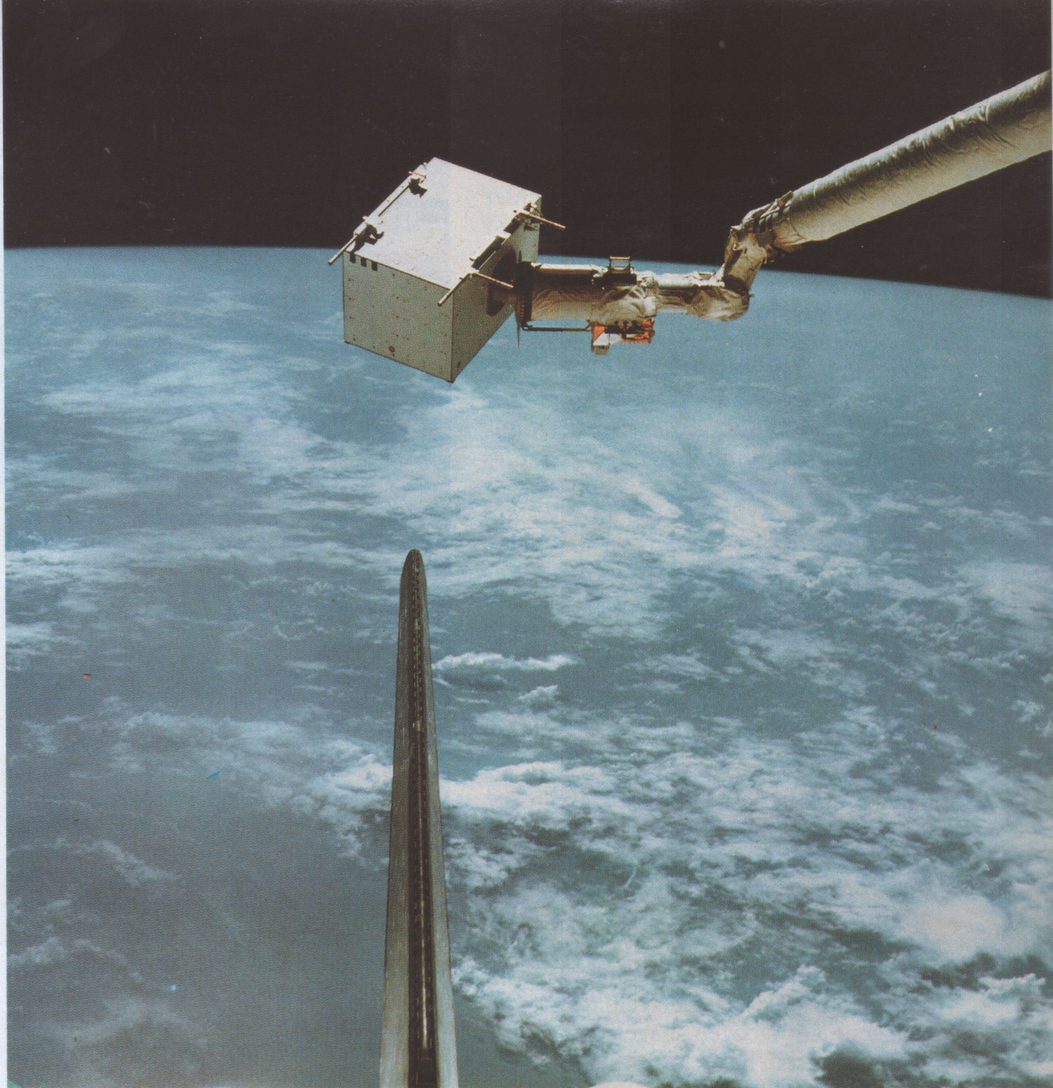
De militaire lading

Over het pakket van het ministerie van defensie, DOD-1 gedoopt, werd tijdens perskonferenties heel geheimzinnig gedaan, terwijl in grote lijnen al lang be-

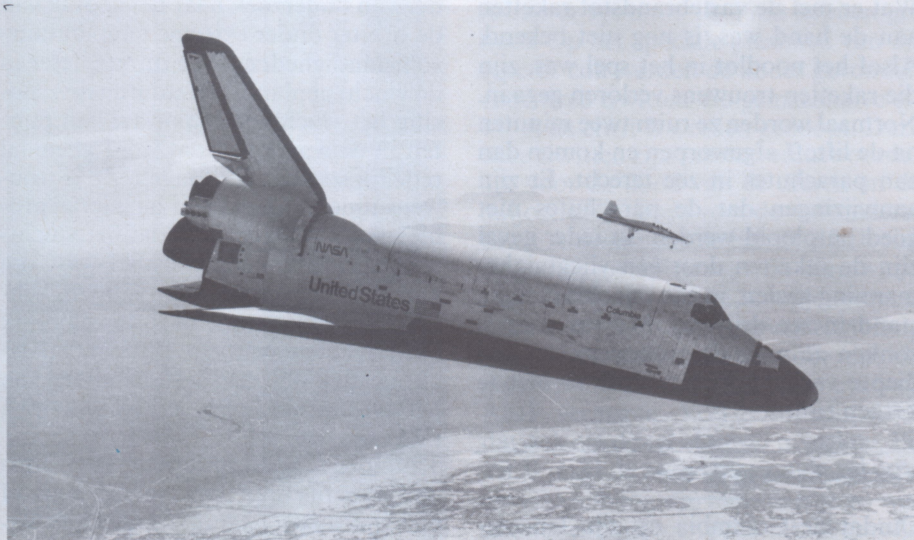
Het vertrek van de Columbia op 27 juni. Cape Canaveral ligt in een moerasgebied dat rijk is aan watervogels, waaronder pelikanen. Die schrikken van elke lancering weer.



kend was waaruit het bijna 4000 kilo wegende geheel van een platform en instrumenten bestond. Hoofdbestanddeel was de CIRRIS I (de letters staan voor cryogenic infrared radiance instrumention). Met deze infraroodteleskoop werd naar de horizon van de Aarde gekeken met de bedoeling metingen te doen aan de atmosfeer direkt boven de horizon. De zin daarvan is dat de militairen met een teleskoop die zoiets doet, raketten en vliegtuigen hopen te registreren zodra die boven de horizon verschijnen, en dat is dan ruim voordat ze vanaf de grond of uit vliegtuigen opgemerkt kunnen worden. Technisch zijn dergelijke metingen erg moeilijk, omdat de warmtestraling van de motoren van die raketten en vliegtuigen gescheiden moet worden van de warmtestraling van de Aarde en de dampkring. Dat kan alleen maar door de teleskoop met vloeibaar helium te koelen tot een temperatuur van −270 °C, door de teleskoop een zeer grote richtnauwkeurigheid te geven en door heel goed te weten hoe de dampkring er in het infrarood gewoonlijk uit ziet. De metingen met de CIRRIS I hadden dus ook wetenschappelijke waarde, al kan die kennis dan eveneens voor militaire doeleinden gebruikt worden.



De arm van de orbiter in aktie met de doos instrumenten die Induced Environment Contamination Monitor heet. Het ding is zo groot als een bureau en weegt op Aarde 363 kilo. Alle proeven met het oppikken, verplaatsen en weer terugzetten van het pakket verliepen uitstekend. De arm was zelfs stabieler dan bij de vorige vlucht toen een lichtere lading werd opgetild.



De Columbia op weg naar de eerste landing op een betonnen baan.



Hartsfield (links) was op 30 juni 25 jaar getrouwd; daarom vóór de lancering een taart. Medebemanningslid Mattingly is vrijgezel.

Andere militaire instrumenten waren een ultraviolet horizon sensor, die ook de bedoeling heeft te zijner tijd geschikt te zijn om projektielen in een vroeg stadium op te merken; detektoren voor kosmische straling; een instrument dat elektrische velden registreerde, en een plasmameter. Al deze instrumenten onderzochten in feite de invloed van de kosmischeruimteopdeomstandigheden in het laadruim; metingen met instrumenten in dat ruim zouden gevoelig voor dergelijke invloeden kunnen zijn. Het laatste instrument was een ruimtesextant, de voorloper van een sextant waarmee in de toekomst satellieten zonder hulp van grondstations hun positie moeten kunnen bepalen en zelfstandig manoeuvres uitvoeren. Het militaire nut van zo'n sextant laat zich raden wanneer men zich voorstelt dat bijvoorbeeld door een EMP-effekt grondstations op Aarde uitgeschakeld zijn; de militairen hebben heel wat satellieten in de ruimte (kommunikatie-, weer-, navigatie-, spionage- en straks mogelijk ook jagersatellieten). Wanneer die satellieten niet meer weten waar ze zijn, is hun waarde zeer beperkt.
De militaire lading werd pas enkele dagen vóór de lancering in de Columbia geïnstalleerd, vanwege de koeling van

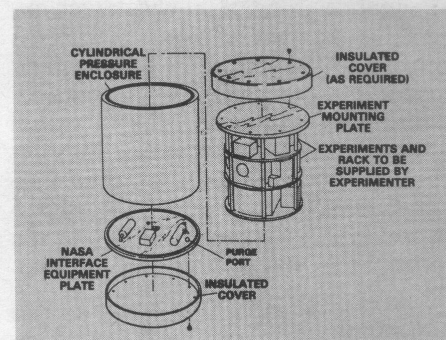
de CIRRIS I. Het was voor het eerst dat de Columbia op zijn platform, in staande positie, van een lading werd voorzien. In de toekomst zal dat, vooral met militaire ladingen, meer gebeuren. Men heeft er nu de eerste ervaring mee.
Met de militaire lading zijn op de eerste dag van de vlucht problemen geweest, maar wat die waren, is niet duidelijk geworden. Het kryptische taalgebruik tussen de astronauten en een anonieme militaire verbindingsman (in het militaire vluchtleidingscentrum bij Sunny Vale in Californië) ging in de stijl van "perform bravo alpha" (voer bravo alfa uit), "foxtrot off", "no joy on step number 3" (geen lol met stap nummer 3 - dat was het probleem), "try charlie step 3 again" (probeer charlie stap 3 nog eens). Voor de buitenwacht viel daar dus niets uit op te maken.

Precies op tijd weg

De Columbia was, voor het eerst in het programma, precies op tijd vertrokken; tijdens de hele aftelprocedure had zich geen enkel oponthoud voorgedaan dat zo lang duurde dat het aftellen er door in moeilijkheden kwam. Ook een zware onweersbui op 26 juni, de dag vóór de lancering, was dat niet gelukt. Bij die gelegenheid sloegen hagelstenen van meer dan een halve centimeter groot, deukjes in tientallen hittewerende tegels. Waar men bij beschadigde tegels kon, heeft men kleine reparaties uitgevoerd, maar per sé nodig was dat eigenlijk niet. In de hele maand vóór de lancering is op Cape Canaveral trouwens 255 millimeter regen gevallen (eenderde van wat wij in Nederland in een heel jaar te verduren krijgen). Desondanks kon de voorbereiding en het aftellen gewoon verlopen, en daar was de NASA heel tevreden over.
Op 27 juni, om 0,135 sekonde voor 17 uur onze tijd, vertrok de Columbia voor zijn laatste proefvlucht. Vrijwel meteen na de liftoff bleken de vastebrandstof raketten niet optimaal te werken. Dat hadden de astronauten zelf al opgemerkt nog voordat de vluchtleiding het hen vertelde. Het verminderde vermogen zorgde niet voor problemen, maar deed wel de verdere stappen in de lanceerfase 15 sekonden op het schema achter raken. Uiteindelijk kwam de Columbia toch in zijn goede baan terecht, die in de vierde omloop om de Aarde cirkelvormig werd gemaakt op 296 kilometer. De hoek ten opzichte van de evenaar bedroeg de geplande 28,5 graden. Later in de vlucht werd de baan nog een paar keer iets gewijzigd, en op een gegeven moment was de grootste hoogte van de baan 315 km; zo hoog was de Columbia nog niet eerder geweest.
Wat er met de vastebrandstof raketten aan de hand was, is nog niet bekend. Alsof het noodlot in het spel was, zijn die raketten trouwens verloren gegaan. Normaal worden ze ruim twee minuten na de liftoff afgeworpen en komen dan aan parachutes in zee terecht. Er zijn aanwijzingen dat de parachutes niet goed ontplooid werden. In ieder geval zijn de raketten door één vliegtuigbemanning gezien, in een ongebruikelijke stand in zee drijvend. Meteen daarop zonken ze naar de zeebodem, op een diepte van 950 meter, waar ze niet te bergen zijn.



Mattingly in de keuken van de Columbia, bezig met het voorbereiden van een maaltijd. Direkt links van hem zit het elektroforese-instrument. Het langwerpige vlak herbergt de scheidingskolom van dat apparaat.



De Getaway Special bestaat in wezen uit enkele rekken die in een geïsoleerde afgesloten bus zijn ondergebracht. Personen of instituten die een experiment in de bus willen uitvoeren, moeten een min of meer blokvormige doos met instrumenten, die gemakkelijk op een rek gemonteerd kan worden, aan de NASA leveren.

Vluchtschema in de war

Omdat de Columbia op zijn lanceerplatform zoveel regen over zich heen gekregen had, waren de tegels vochtig geworden, tenminste die kans bestond. Daarom werd de Columbia, eenmaal in de ruimte, zo spoedig mogelijk met zijn buik naar de Zon gericht, om die kant goed te verwarmen en het vocht te laten verdampen. Die positie was, in het kader van onderzoek naar het gedrag van de orbiter onder extreme temperatuursomstandigheden in de ruimte, later in de vlucht gepland. Nu stuurde deze positie het vluchtschema op tal van punten in de war, maar dat werd allemaal redelijk soepel opgevangen. Zo is trouwens tijdens deze vlucht bij allerlei probleempjes wel gebleken dat het vluchtprogramma tamelijk flexibel was; om alles goed terecht te laten komen, hebben de astronauten wel ongelooflijk hard moeten werken. Zij vonden na afloop dan ook dat de flexibiliteit van het programma sterk verbeterd kan en moet worden.
Tijdens de eerste ruimtedag heeft men de Columbia uren lang met zijn neus, of met zijn staart, naar de Aarde laten wij-



De Columbia terug op Cape Canaveral om voorbereid te worden voor de eerste operationele vlucht die op 11 november begint, vijf dagen moet gaan duren en twee kommunikatiesatellieten in de ruimte moet brengen. Op dit moment zijn er trouwens twee orbiters op het Kennedy Space Center; de Challenger is er ook en die wordt in orde gemaakt voor zijn eerste vlucht in januari volgend jaar.

zen in de zogeheten "gravity gradient mode". Dat werd gedaan om te zien of hij, met behulp van de aantrekkingskracht van de Aarde en zonder hulp van de standkontroleraketjes in een stabiele positie kon blijven. Men denkt erover zo'n positie in de toekomst in te gaan nemen tijdens de slaapuren van de bemanning. In de stilte van de ruimte maken de standkontroleraketjes bij het vuren aardig wat herrie. Het manoeuvreren op de zwaartekracht, dat tijdens de latere Geminivluchten al werd beproefd met de hulp van de Agena-aan-het-lijntje methode, verliep niet zo goed omdat er een nog onverklaarde torsiekracht op de orbiter bleek te werken.

Studentexperimenten

De experimenten (vooral de militaire) die tijdens de droogstoomperiode niet konden worden uitgevoerd, zijn later toch allemaal voltooid. Verder hebben de astronauten zich bezig gehouden met de elektroforese- en latexproeven (zie het vorige nummer van A&K), de grijparm opnieuw uitvoerig getest en daarbij weinig met problemen te maken gekregen, zeer spektakulair onweer gefotografeerd en de Getaway Special na aanvankelijke problemen (waarschijnlijk breuk in een elektriciteitsdraad) toch aan het werken gekregen.

De Getaway Special, 91 cm hoog en 61 cm in doorsnede, huisvestte negen experimenten van studenten van de Utah State University. De kosten, cirka 10.000 dollar, werden betaald door een partikulier, Gilbert Moore. Er waren vier biologische en vijf technische experimenten. In de biologische werd gekeken naar de invloed van de vrijwel volledige gewichtloosheid op de groei van het bekende fruitvliegje en het al even bekende pekelkreeftje, op de wortelgroei van het ook niet onbekende eendekroos en op de groei van de groene alg Chlorella vulgaris. De technische experimenten behelsden het bekijken van oppervlaktespanning aan de hand van een vloeistofmeniskus, het vervolmaken van een halffabrikaat kunsthars door verhitting onder gewichtloosheid, het meten van de warmtegeleiding in een water-olie mengsel, een soldeerexperiment waarbij onderzocht werd of bij solderen in de ruimte toeslag in het produkt wordt ingesloten, en het maken van een bismuth-tin legering.

Wie denkt dat hij of zij ook leuke experimenten kan verzinnen, en de Getaway Special kan -laten- betalen, moet maar eens kontakt opnemen met de NASA. Er zijn overigens al 320 reserveringen binnen, waaronder verscheidene van buiten de VS.

Er stonden trouwens nog twee studentexperimenten op het programma, maar die vereisten geen speciale apparatuur. Eén betrof het nagaan van de effekten van voeding, lichamelijke oefening en gewichtloosheid op het lipoproteïnegehalte van het bloed (dat te maken heeft met het cholesterolgehalte). Het tweede bestudeerde de effekten van de ruimtereis op het gehalte aan driewaardig chroom in het lichaam; chroom is een sporenelement dat de insuline-aanmaak in het lichaam beïnvloedt. In beide experimenten konden de studenten, of beter de scholieren, Amy Kusske van 16 jaar en Karla Hauersperger van 17, voldoende uit de voeten met de medische gegevens die toch al vóór, tijdens en na de vlucht verzameld worden.

Ruimtepak beproefd

Mattingly heeft tijdens de vlucht als eerste het nieuwe ruimtepak, dat voor ruimtewandelingen is ontwikkeld, in de orbiter aan getrokken. Het pak wordt in de luchtsluis opgeborgen en aangetrokken. Dat ging volgens hem allemaal zo vlekkeloos dat hij niet weet wat er aan de betreffende procedures verbeterd kan worden. Dat is prettig nieuws voor de STS-5 bemanning, waarbij in principe een dubbele ruimtewandeling op het programma staat. "De enige teleurstelling", vond Mattingly "was dat ik de deur niet open mocht doen."

Een vervelend moment was er op de vierde dag, toen de laadruimdeuren werden gesloten en niet dicht konden. Dat euvel was tijdens vorige vluchten ook al opgetreden en net als toen bleek ook nu kou de oorzaak van het ongemak (een kromgetrokken deur) te zijn. Toen de astronauten hun tv-kamera op de onwillige deur richtten, werd het beeld in Houston plotseling onderbroken. De militaire lading dreigde zichtbaar te worden! Het deurprobleem werd opgelost door de orbiter naar de Zon te draaien en de deur te verwarmen.

Op de zesde vluchtdag moet de Columbia tot op 12 kilometer genaderd zijn door de bovenste trap van de raket waarmee in december 1975 de Russische Interkosmos-14 was gelanceerd. De astronauten zagen evenwel niets, maar hadden ook nauwelijks tijd om te kijken.

Een onduidelijke toespraak

Op 4 juli, na acht dagen, één uur en elf minuten, landde de Columbia op een betonnen baan op de luchtmachtbasis Edwards in Californië. Bij voldoende wind zou een landing op woestijnbodem zijn geprobeerd, dwars op de wind. Die ontbrak echter en daarom werd voor het eerst en perfekt, met Mattingly aan de stuurknuppel, op beton geland. Meer dan een half miljoen mensen en de president van de VS wachtten de astronauten op de nationale Amerikaanse feestdag op. De Shuttle kon operationeel verklaard worden. De hoop dat Reagan in zijn aangekondigde toespraak over het toekomstige ruimtevaartbeleid van zijn regering duidelijke lijnen zou uitzetten, bleek vergeefs. Hoewel NASA-officials diverse positieve punten in de woorden van Reagan ontwaardden, was het voor het grote publiek maar een vaag verhaal.



Boekbespreking

Bouwstenen van het heelal, NIKHEF, Amsterdam, 1982, prijs ƒ 8,95 inklusief verzendkosten.

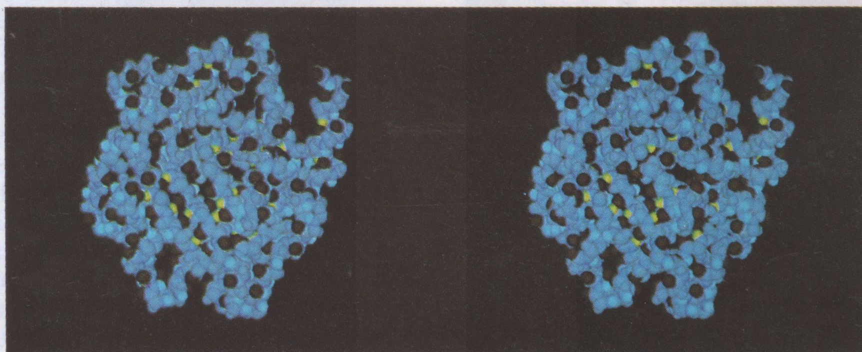
Het onderzoek naar de kleinste deeltjes waaruit de materie en u en ik bestaan, speelt zich af rond onzichtbaar kleine brokjes en enorm komplexe apparatuur. Veel Europees onderzoek is gekoncentreerd bij het CERN in Genève. Daar heeft men veelvuldig te maken met het probleem dat het zo moeilijk is iets over dat onderzoek te vertellen aan niet-ingewijden. Er is zo weinig dat men kan laten zien. In 1978 werd daar iets aan gedaan. Voor het huisblad van het CERN produceerden twee medewerkers van dat centrum een vervolgstrip over de jacht op elementaire deeltjes. Hun initiatief vond navolging, onder andere bij het Nationaal Instituut voor Kernfysika en Hoge-Energiefysika (NIKHEF) in Amsterdam, waar de intussen gebundelde strip voor Nederland werd vertaald en bewerkt. Hij is nu voor het bedrag van vijf gulden bij dat instituut te koop. Aan de hand van tekeningen die als plaatje kinderen duidelijk aanspreken, wordt heel wat informatie gegeven over de opbouw van atomen, over de manier waarop men onderzoek doet naar de deeltjes waaruit de atomen bestaan en over de betekenis die dat onderzoek voor de wetenschap heeft. Bouwstenen van het heelal is een stripverhaal, maar bevat toch heel wat tekst die bovendien met aandacht gelezen moet worden. Nu nodigen strips in het algemeen gemakkelijk tot herlezen uit, en dat maakt de kans dat alle informatie uit het boekje wordt opgepikt, alleen maar groter. Bouwstenen van het heelal is te bestellen door ƒ 8,95 over te maken op giro 4298 van de ABN te Amsterdam, t.g.v. rekening nummer 54.14.11.977 van het NIKHEF, Amsterdam. Titel van het boekje bij overschrijving vermelden. ■

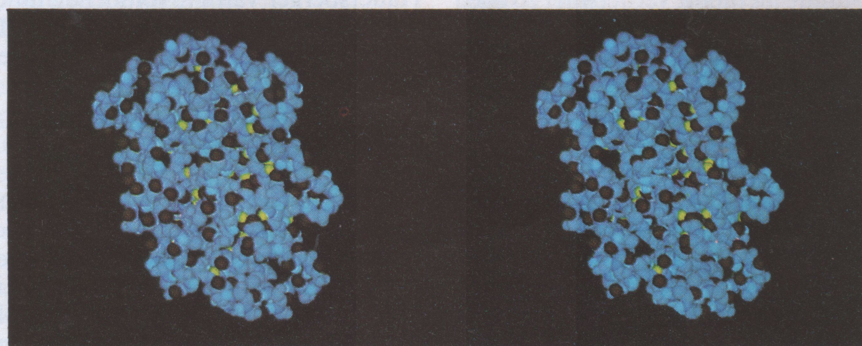
De komputer als reageerbuis

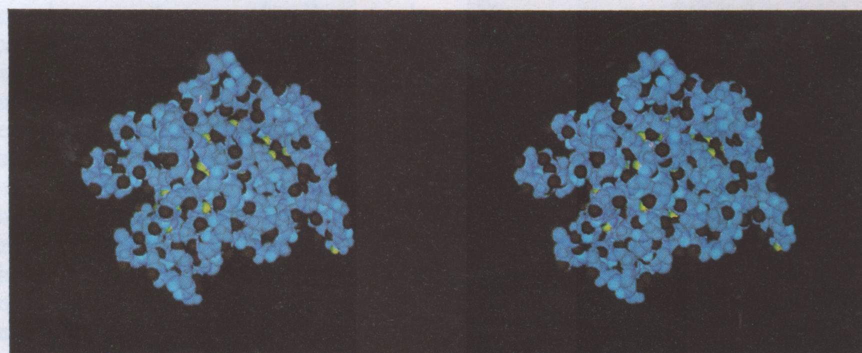
Nabootsing van het gedrag van groepen eenvoudige molekulen, zoals water, is op de krachtigste komputers in Nederland al geen probleem meer. De vereiste hoeveelheid rekenwerk neemt echter snel toe naarmate de na te bootsen molekulen ingewikkelder worden. Met de huidige generatie "superkomputers" kan men bijvoorbeeld wel al voorspellen wat de effekten zijn van kleine veranderingen in bestaande eiwitten. Aan het nabootsen van het gedrag van eiwitten als geheel, ingewikkelde reuzenmolekulen, is men voorlopig nog niet toe. Toch is de verwachting dat zoiets in de komende jaren moet kunnen lukken.

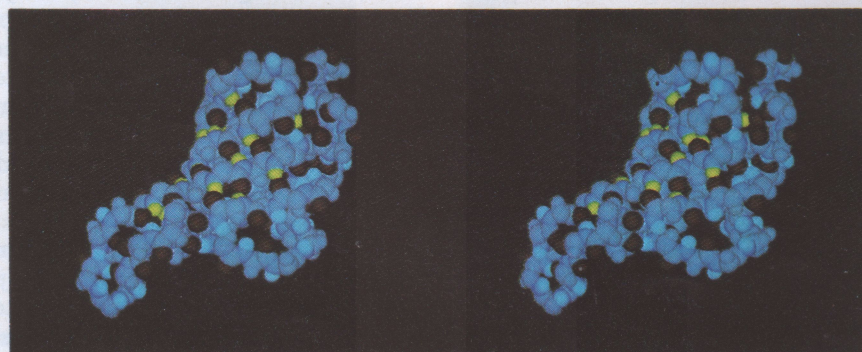
Komputernabootsing

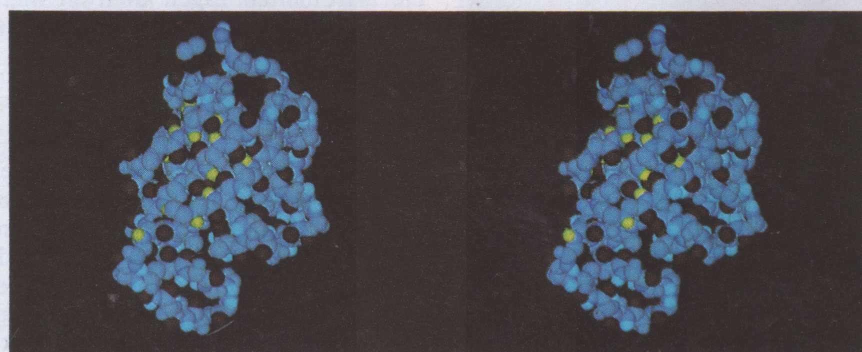
De kern van de nabootsing van het gedrag van molekulen met een komputer is het gegeven dat de bouwstenen waaruit ingewikkelde molekulen en biologische systemen bestaan, zelf erg eenvoudig zijn. Het aantal bouwstenen is echter erg groot en hun onderlinge beïnvloeding maakt de zaak zo ingewikkeld dat alleen een komputer daar nog wijs uit kan worden. Die ingewikkeldheid is evenwel net een wezenlijke trek van het biologische systeem en van heel wat andere systemen, zoals produktieprocessen, trouwens ook.
Veel stoffen die bij levende processen een grote rol spelen, bestaan uit langgerekte molekulen die zijn opgebouwd uit vele honderden atomen. Zo bestaat een eiwitmolekuul (eiwitten zijn na water het belangrijkste bestanddeel van dierlijke organismen) uit een keten van soms wel honderden kleinere molekulen (aminozuren), die elk weer uit zo'n tien atomen bestaan. Om de eigenschappen van dergelijke reuzenmolekulen te begrijpen, moet men niet alleen de bouwstenen en hun ruimtelijke ordening kennen, maar ook hun gedrag onder invloed van faktoren van buitenaf. De ruimtelijke struktuur van veel reuzenmolekulen, zoals de dubbele spiraal van DNA, is afgeleid uit de manier waarop ze röntgenstraling weerkaatsen. Van het dynamische gedrag van die molekulen, zoals hun funkties bij scheikundige reakties, is veel minder be-









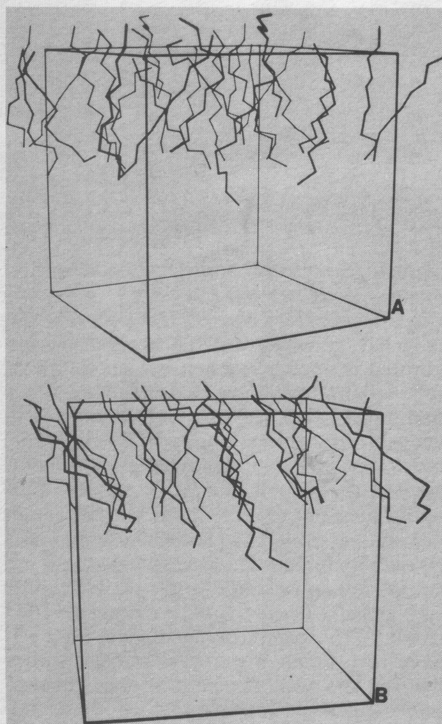


Op zoek naar blauwdruk van grote molekulen

Deze eeuw nog moet het mogelijk zijn om allerlei geneesmiddelen te maken die ontworpen zijn met de hulp van een komputer en die daarna met genetische technieken in bruikbare hoeveelheden zijn aangemaakt. Deze ontwikkeling wordt mogelijk gemaakt doordat met de komputer het gedrag van verzamelingen molekulen kan worden nagebootst. De snelle toename in de verwerkingssnelheid en de kapaciteit van de grootste komputersystemen ter wereld maakt het mogelijk ingewikkelde reakties op papier te laten verlopen en zo de opbouw van komplexe verbindingen te bestuderen. Dit onderzoeksgebied lijkt de komende jaren stormachtig te blijven groeien.

Met röntgen-weerkaatsings- of brekingstechnieken kan de struktuur van ingewikkelde molekulen bepaald worden, wanneer die molekulen zich laten kristalliseren. Men gebruikt tegenwoordig de komputer om uit de metingen een ruimtelijk beeld te rekonstrueren. Hier is dat gedaan voor het eiwit trypsine. Uit het waargenomen patroon van veranderingen leidt men de relatie af tussen uitwisselingsplaatsen voor amide peptiden en fysische en chemische eigenschappen van het molekuul. Komputernabootsingen zullen dit soort onderzoek deels kunnen gaan vervangen. Foto Brookhaven National Laboratory

Een komputernabootsing van molekuulgedrag van een biologisch membraan. Dit voorbeeld is een soort zeepmolekuul. De onderste helft van de dubbellaag is voor de duidelijkheid weggelaten. De laag bestaat uit zestien molekulen met een langgerekte "staart" naar beneden gericht. De niet getekende "koppen" liggen min of meer in het bovenvlak en kunnen daarin bewegen. De afmeting van de kubus is enkele miljoensten millimeters. Het tijdsverschil tussen A en B is enkele honderdmiljardsten sekonden. Bij B is duidelijk een ordening zichtbaar.



kend, en vooral daar kunnen komputernabootsingen van groot belang zijn.

Lange rekentijden

Als precies bekend is hoe twee atomen zich ten opzichte van elkaar gedragen, kan in principe uitgerekend worden hoe een systeem van vele honderden atomen zich in de loop van de tijd ontwikkelt. De vraag is alleen of het rekenvermogen van de komputer wel toereikend is. Eenvoudige gevallen liggen wel binnen het bereik van de huidige komputers. Een voorbeeld daarvan is water; het watermolekuul bestaat uit drie atomen. Voor het nabootsen van het gedrag van tweehonderd watermolekulen over een tijd die lang genoeg is om het maken en breken van de bindingen tussen de molekulen te kunnen volgen, zijn ongeveer een miljard elementaire berekeningen nodig. Die berekeningen betreffen dan de wisselwerking tussen atoomparen. De snelste huidige komputers in Nederland doen over die berekeningen zo'n tien uur. De grootste superkomputers van dit moment, de Amerikaanse CRAY 1 en de CYBER 205 (die we in ons land niet hebben), klaren het karwei in ruim een half uur en dat is dus gemakkelijk te doen.
Echte scheikundige processen waarbij reuzenmolekulen met een ingewikkelde struktuur betrokken zijn, vallen veel moeilijker na te bootsen. Allereerst zijn deze molekulen die soms uit duizenden atomen bestaan, zelf al veel ingewikkelder, zowel in hun struktuur als in hun dynamische gedrag (bijvoorbeeld de manier waarop zij zich opvouwen). Daarnaast speelt bij echte scheikundige processen de omgeving een belangrijke rol. In werkelijkheid is een eiwit bijvoorbeeld vaak opgelost in water en dat water beïnvloedt de aktiviteit van dat opgeloste eiwit sterk. Een derde probleem bij die nabootsingen is dat de scheikundige reakties van reuzenmolekulen nogal "langzaam" verlopen: het opvouwen van een eiwitmolekuul duurt soms wel een sekonde en dat is op de schaal van molekulaire processen heel lang. Het lastige bij een nabootsing is dat men toch heel kleine tijdstapjes moet blijven nemen in de berekeningen omdat de bewegingen van de afzonderlijke atomen essentieel bijdragen tot het tot stand komen van het hele proces. Bij "langzame" processen betekent dat vele miljarden stapjes en even zovele berekeningen, en dat levert geweldige problemen op.

Efficiënte aanpak noodzaak

De situatie is niet hopeloos en dat zit hem in het feit dat de komputer al snel veel te veel uitrekent. De scheikundige moet dan de rol van de schaker ten opzichte van de schaakkomputer spelen: de komputer rekent ijverig bepaalde varianten door die de schaker in één oogopslag aan de kant schuift. De komputers moeten dat soort beoordelen nog "leren". In die richting kan nog veel verbeteren, omdat het vak van komputersimulaties nog jong is. Verder neemt de verwerkingskapaciteit van de grootste komputersystemen nog steeds elke vijf jaar met een faktor tien toe en die trend zet zich voorlopig nog wel door. Voor de komende tien jaar zit er een snelheidswinst in die voor een deel het resultaat is van technologische verbeteringen, maar nog meer van een andere organisatie van het rekenproces in de komputer. Doordat de chips steeds goedkoper worden, kunnen voor hetzelfde geld steeds meer berekeningen gelijktijdig plaatsvinden.

Membranen

Een goed voorbeeld van wat nu al met komputersimulatie aangepakt kan worden, is het biologische membraan. Dat is een dun vliesje om de celwand dat dienst doet als transportregelaar van de stoffen naar en uit de cel. Een goed model van zo'n membraan is een dubbele laag van een bepaald soort molekulen die een waterminnende kop en een watervrezende staart hebben. Zij liggen dan met de staarten naar elkaar toe en vormen zo een waterwerende laag. Ze kunnen zich alleen in het vlak van de laag gemakkelijk bewegen. Komputernabootsingen van zo'n systeem leverden heel nauwkeurig op wat uit experimenten al bekend was van dergelijke dubbellagen; dat was dus ook een goede test van het nabootsingsmodel. Bovendien gaven de berekeningen echter tot nu toe onbekende plotseling optredende en weer verdwijnende ordeningen aan van de deelnemende molekulen. Dat is daarmee een door de komputer ontdekt verschijnsel dat van belang kan zijn voor de kennis van het funktio-

neren van biologische membranen.

Eiwitten

Hoe interessant de toepassingen van komputernabootsingen van molekuulgedrag op het gebied van vloeistoffen, membranen en dergelijke ook mogen zijn, de echte uitdaging is pas het gedrag van reuzenmolekulen zoals eiwitten. De eerste nabootsing van een eiwit vond plaats in 1976 in Parijs. Die simulatie was echter niet erg realistisch omdat de eiwitmolekulen niet in een omgeving zoals water, maar in een vakuüm werden gesitueerd. Kort geleden is een groep onderzoekers van het Laboratorium voor fysische chemie van de universiteit van Groningen erin geslaagd om het gedrag van in water opgeloste eiwitten met behulp van een komputer te bestuderen.
Bij het ontrafelen van de struktuur van sommige eiwitten en vooral van de binding van kleine molekulen aan eiwitten, vormen komputernabootsingen nu al een belangrijk hulpmiddel. De struktuur bepaalt men gewoonlijk door het eiwit in gekristalliseerde vorm als het ware te "fotograferen" in röntgenstraling. Maar er zijn eiwitten, waaronder nogal belangrijke, die zich niet laten kristalliseren. Komputernabootsingen vormen misschien de enige weg om de struktuur van dergelijke molekulen te vinden.

De toekomst

De verwachting lijkt gerechtvaardigd dat in de jaren negentig levende processen realistisch kunnen worden nagebootst op de komputer. Zo zal de komputer betrokken zijn bij het ontwerpen van nieuwe geneesmiddelen en van enzymen die speciaal ontworpen zullen worden om op technische schaal scheikundige reakties uit te voeren. Zulke berekeningen kunnen alleen op de allergrootste komputersystemen uitgevoerd worden. Dergelijke systemen zijn in het algemeen te vinden bij weersvoorspellers, oliemagnaten en militaire strategen. Op dit moment is zo'n systeem in ons land niet aanwezig en onderzoekers die een dergelijk systeem voor hun berekeningen nodig hebben, laten hun werk daarom in het buitenland uitvoeren. Die komputertijd moet betaald worden. Op dit moment kost een uur rekenen met een CRAY 1 ongeveer vijfduizend gulden. Voor het nabootsen van een eiwit is ongeveer tien uur nodig...Afzonderlijke instellingen in ons land zullen zich een superkomputer niet kunnen permitteren en de zaak moet daarom landelijk aangepakt worden.

Bron: De Letter W no. 82/4, maart 1982.

Experiment met superkomputers

Zoals in het artikel over de komputer als reageerbuis in dit nummer al is vermeld, bezit Nederland geen superkomputers waarmee zeer omvangrijke berekeningen gedaan kunnen worden. Afgelopen juli is op initiatief van de overheid een programma van start gegaan om na te gaan welke behoeften er in ons land zijn aan het kunnen werken met superkomputers. Daarbij wordt vooral gedacht aan de CRAY-1 en de Control Data Cyber 205. Als tussen nu en midden volgend jaar blijkt dat er behoefte bestaat aan toegang tot superkomputers, dan kunnen in de periode tot midden 1985 misschien enkele terminals geplaatst worden die toegang geven tot superkomputers in het buitenland. Mocht dit allemaal positief uitvallen, dan kan daarna mogelijk besloten worden tot de invoering van deze superkomputers in ons land.

Boekbespreking

Als de bom valt..,Peter Goodwin, Rostrum Haarlem, 1982; 144 pagina's, cirka 100 illustraties, prijs ƒ 24,90. ISBN 90 328 0010 8.
Gids om te overleven, Felix Thijssen, Spectrum, Utrecht, 1981; 160 pagina's, cirka 100 illustraties, prijs ƒ 29,50. ISBN 90 274 9291 3.
Nuclear War: The Aftermath, Ambio, vol. XI, no.2-3, 1982; 104 pagina's, ruim geïllustreerd. ISSN 0044-7447.

Er wordt sinds enige tijd meer over een kernoorlog gepraat dan menigeen lief zal zijn. Veel mensen voelen allereerst veel emoties over dit onderwerp en bepaalde kringen springen daar dan op in door te roepen dat met emotionele mensen en over emoties niet te praten valt. Het gaat om rationele argumenten. Voor wie aan zijn gevoelens een rationele basis wil geven, verschenen de afgelopen tijd drie publikaties waar we de aandacht op willen vestigen.
Het boekje van Peter Goodwin is een zeer nuttige inleiding in de zaken die rond een kernoorlog besproken moeten worden. Het vertelt elementaire dingen over de natuurkunde van de verschillende typen kernwapens, over de bedoelingen die militairen met die wapens hebben, over de biomedische kant van kernbommen en over de zin van schuilkelders. Aan de hand van een aantal soorten kernaanvallen geeft Goodwin voorbeelden van de gevolgen van die aanvallen. Daarbij zijn de voorbeelden in Nederland geplaatst en dat maakt de nauwelijks voorstelbare ellende des te indringerder. Goodwin geeft geen mening of oordeel. Zijn informatie spreekt wat dat betreft voldoende voor zichzelf.
Gevoelsmatig zal het boek van Felix Thijssen heel wat mensen aanspreken. Thijssen is van huis uit science fiction schrijver en bij zijn voorbereidende werk voor een "rampenroman" werd zijn aandacht eerst getrokken naar een reeks van natuurrampen die de Aarde de laatste jaren troffen. Vervolgens begon hij steeds meer ervan doordrongen te raken dat die rampen maar een flauw aftreksel zijn van wat ons te wachten staat wanneer de mens zichzelf de grootst denkbare ramp zal aandoen, die van een kernoorlog. In zijn boek gaat Thijssen, net als Goodwin, op een aantal algemene zaken rond de kernoorlog in, en start daarbij vanuit zijn gevoel. Veel meer dan Goodwin richt hij vervolgens zijn aandacht op de vraag, hoe we een dergelijke oorlog kunnen overleven. Tenslotte probeert hij zich voor te stellen hoe de overlevenden verder moeten op een verwoeste planeet. Dat resulteert in een groot aantal tips om een uiterst primitief bestaan te kunnen leiden. Inhoudelijk is Thijssen's boek niet zo goed als dat van Goodwin, de vraag is ook of hij niet te optimistisch is over de afloop. Aan het denken zet zijn Gids om te overleven in ieder geval zeker.
Heel weinig illusies laat Nuclear War: The Aftermath (Kernoolog: de nasleep). Het is een speciaal dubbelnummer van Ambio, het tijdschrift van de Koninklijke Zweedse Akademie van Wetenschappen (die van de Nobelprijzen), dat gewoonlijk gaat over de mens en zijn leefmilieu. Nuclear War is een bijzonder indrukwekkende uitgave en absoluut verplichte literatuur voor politici, militairen en eigenlijk iedereen op deze wereld. Heel bijzonder is dat aan de uitgave voor-



aanstaande geleerden uit Oost en West hun medewerking hebben geleverd. Hun bijdragen zijn gebaseerd op onderzoek aan alle belangrijke gevolgen die een kernoorlog zou kunnen hebben. Gekeken is naar de medische en stralingseffekten, de effekten op de dampkring, op de zoetwatervoorziening, voedselvoorziening, landbouw en ekonomie over de hele wereld, de invloed op de ekologie van de oceanen en naar de manier waarop de mensen op de extreme omstandigheden zullen reageren. De meeste konklusies zijn verbijsterend. De uitgave bevat ook een aantal weinig bekende foto's uit Hirosjima en Nagasaki en die zijn in de meeste gevallen ronduit schokkend. Na lezing van deze uitgave rest alleen nog totaal onbegrip voor mensen die vóór het gebruik van kernwapens zeggen te zijn.HE ■

BORSTREKONSTRUKTIE

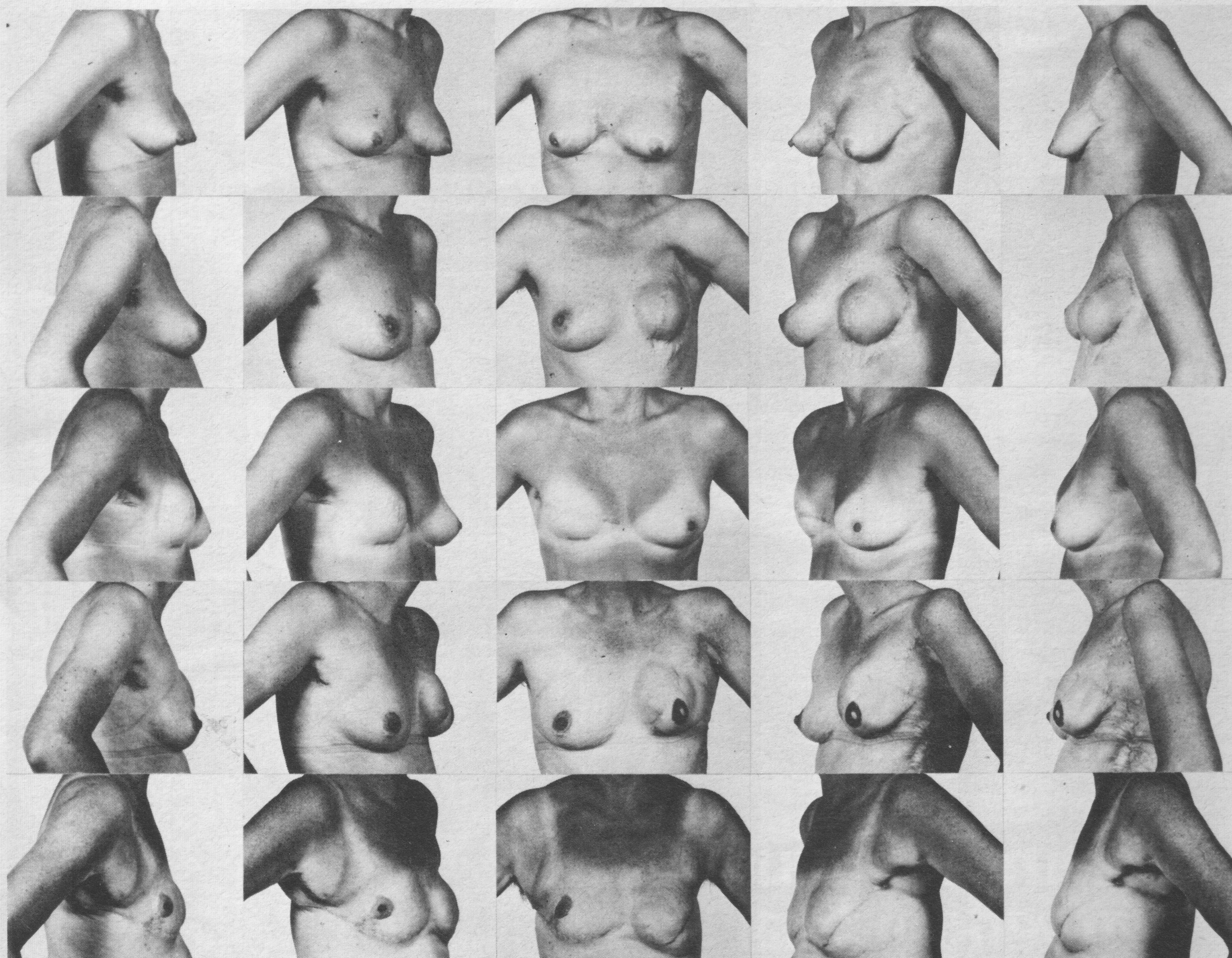
Drs. Huub Eggen

Er zijn in ons land meer dan 70.000 vrouwen bij wie een borst is afgezet, omdat ze er kanker in hadden. Van al die vrouwen heeft maar ongeveer één procent de afgezette borst laten rekonstrueren. Dat kleine aantal is voornamelijk het gevolg van verouderde opvattingen over de rekonstruktie-operatie, zowel bij de vrouwen zelf als bij veel artsen en chirurgen. De rekonstruktietechniek is tegenwoordig zo goed dat er eigenlijk geen reden is om van rekonstruktie af te zien.

Voor zover bekend werd de eerste borstrekonstruktie uitgevoerd op 24 november 1893 door Vincent Czerny, professor in de heelkunde in Heidelberg. Die rekonstruktie werd een sukses. Sedertdien zijn heel wat chirurgische technieken ontworpen om na het amputeren van een borst een "nieuwe" aan te brengen. Die technieken brachten echter veel operaties met zich mee en de resultaten vielen meestal erg tegen. Dat leidde tot een slechte reputatie van de rekonstruktietechnieken en die leeft bij artsen en chirurgen in ons land nog sterk. Slechts zo'n zes procent van de betrokken chirurgen doet uit eigener beweging aan voorlichting over rekonstruktie en veel chirurgen en artsen raden een dergelijke hersteloperatie gewoon af "omdat het toch niets wordt". Intussen zijn de rekonstruktietechnieken sterk verbeterd. Met de beste techniek zijn voor een volledige rekonstruktie, inklusief die van de tepel en de tepelhof, niet meer dan twee operaties nodig. Vrouwen die in ons land wel een borst hebben laten rekonstrueren, zijn daar in de meeste gevallen zelf over begonnen. Ze bleken hun informatie voornamelijk via de media (vrouwenbladen, kranten, televisie) gekregen te hebben. Ook de meeste vrouwen die geen rekonstruktie hebben laten uitvoeren, weten toch, en ook weer dankzij de media, dat de mogelijkheid bestaat.

Deze en andere bevindingen zijn het resultaat van een onderzoek dat verricht is door dr. Frits van Dam (psycholoog) en dr. Robert Bergman (plastisch chirurg), verbonden aan het Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis in Amsterdam. Daar, en in het Ziekenhuis Dijk-

De tevredenheid over een gerekonstrueerde borst is vooral emotioneel bepaald. Deze serie foto's werd aan drie vrouwen voorgelegd die als volkomen buitenstaander beschouwd konden worden. Haar werd gevraagd de fotoreeksen in volgorde van minder goed resultaat te leggen. De bovenste reeks werd als zeer goed beoordeeld, de onderste reeks als slecht. Het gemiddelde oordeel lag tussen redelijk en niet zo best. Vrouwen bij wie een borst is gerekonstrueerd, zijn in het algemeen zeer tevreden over het resultaat. Daarbij speelt het uiteindelijke "uiterlijk" van het resultaat een ondergeschikte rol.

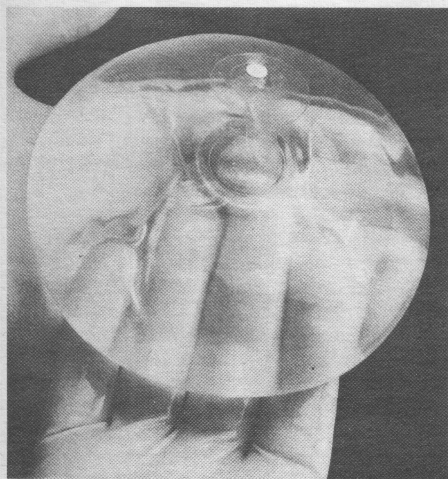


zigt in Rotterdam en het Akademisch Ziekenhuis in Utrecht, worden borstrekonstrukties uitgevoerd.

Waarom zo weinig rekonstrukties?

Van Dam heeft zich bezig gehouden met vragen als: wie hebben een borst laten rekonstrueren, wat zijn de argumenten om het te laten doen, hoe zijn de verwachtingen, wat vindt men van het resultaat?
Uit zijn onderzoek blijkt dat ongeveer de helft van alle vrouwen die een borst moeten missen, rekonstruktie overweegt, maar dat slechts één procent de rekonstruktie ook werkelijk laat uitvoeren. De negatieve meningen van huisartsen en chirurgen en hun gebrek aan zekerheid over de vraag of een rekonstruktie wel aanbevolen kan worden, speelden daarbij een belangrijke rol. Daarnaast zagen veel vrouwen tegen de operaties op, heel begrijpelijk na alle ellende die ze al achter de rug hadden. Die drempelvrees werd dan alleen maar vergroot door de negatieve adviezen van medici die hun oordeel hadden gevormd op de verouderde praktijk waarbij inderdaad veel geopereerd moest worden.

Zo ziet de prothese eruit die voor het rekonstrueren van een borst wordt gebruikt.



Vrouwen die wel doorzetten, deden dat vaak omdat ze een arts troffen die wel positief reageerde. De vrouwen bleken naar verhouding veel uit sociaal hogere klassen te komen. Mogelijk hebben die meer initiatief, weten ze beter de weg in de gezondheidszorg en laten ze zich niet zo gemakkelijk van hun standpunt afbrengen. De vrouwen uit het onderzoek bleken ook betrekkelijk jong te zijn; hun gemiddelde leeftijd was rond 42 jaar, terwijl borstkanker gemiddeld pas boven de 50 voorkomt. De vrouwen uit het onderzoek zijn als groep daarom niet maatgevend voor de vrouwen die met borstkanker en -amputatie te maken krijgen. Ze vervullen duidelijk een pioniersrol.

Motieven

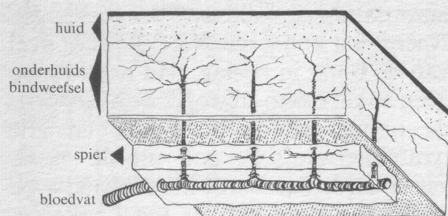
Het onderzoek naar de motieven om een borstrekonstruktie te laten uitvoeren, leerde dat twee redenen verreweg het belangrijkst zijn. De eerste is het emotionele aspekt, "je gelukkiger voelen", "je vrijer kunnen bewegen", "meer zelfvertrouwen krijgen", dingen die enorm spelen na de diepe schok die de amputatie van een borst betekent. De tweede reden is het praktische aspekt, "van die vermaledijde prothese af te zijn" (het gaat dan om de uitwendige prothese die in de bh gedragen wordt).
Nauwelijks een rol blijkt het kosmetische aspekt te spelen, en dat is in tegenstelling tot wat veel chirurgen bijvoorbeeld blijken te denken. Zij hebben borstrekonstruktie vaak afgeraden "omdat het toch niks" zou worden. Het ondergeschikte belang van het uiterlijke aspekt blijkt ook uit het feit dat van de vrouwen die een borst hebben laten rekonstrueren, slechts de helft ook de tepel heeft laten "herstellen".
De waardering voor het resultaat van de rekonstruktie is sterk emotioneel. Objektief gezien is een gerekonstrueerde borst meestal niet te vergelijken met de vroegere borst. Het gaat echter om het gevoel weer kompleet te zijn, niet iets te hoeven verbergen. In een aantal gevallen was in het onderzoek wel degelijk sprake van teleurstelling, bijvoorbeeld wanneer de inwendige prothese (daarover straks meer) de borst koud en gevoelloos deed zijn.
Volgens het onderzoek blijkt bij het verzoek om een borst te laten rekonstrueren, de relatie met de partner of het huwelijksgeluk geen rol van betekenis te spelen. Vaak heeft de partner zelfs niet bijgedragen aan de beslissing van de vrouw om haar borst te laten rekonstrueren.

Rekonstruktie in principe altijd mogelijk

In principe komen alle vrouwen voor borstrekonstruktie in aanmerking. Voorwaarde is dat de voorgaande amputatie goed is uitgevoerd, zodat de kans op een hernieuwd optreden van kanker daar laag is. Bestaan hierover twijfels, dan wacht men één tot twee jaar om te zien wat er gebeurt, voordat men aan rekonstruktie begint. Doorgaans kan met rekonstruktie begonnen worden zodra de wond van de amputatie goed is genezen. Dat kan al na enkele maanden zijn. Om heel uiteenlopende redenen is de rekonstruktie bij de onderzochte vrouwen soms ook heel lang uitgesteld.
Het rekonstrueren van de borst gebeurt op twee manieren, omdat er twee typen amputaties zijn die worden toegepast. Neemt het kankergezwel een groot deel van de borst in beslag, dan neemt men geen enkel risiko en wordt de hele borst, de onderliggende borstspier en alle lymfeklierweefsels, ook uit de oksel, verwijderd. Dit wordt het Halsted type amputatie genoemd. Is het kankergezwel nog niet zo ver gevorderd, dan kan het voldoende zijn alleen de borst en de bijbehorende lymfeklieren weg te halen. De borstspier blijft dan zitten. Deze ingreep heet de amputatie volgens Patey.

Typen rekonstruktie

De rekonstruktie na een Patey-amputatie bestaat er in feite in dat onder de borsthuid of borstspier een zogeheten endoprothese wordt aangebracht. Dat is een zakje gemaakt van silikonenrubber en gevuld met een silikone-gel of een steriele fysiologische zoutoplossing (hetzelfde zoutgehalte als het bloed heeft). Het zakje dat eventueel ook nog opgepompt of volgespoten kan worden, schikt zich goed naar de ruimte die de borsthuid en de borstspier bieden. Daardoor ontstaat een borstvormige welving.
Het rekonstrueren van een geheel afgezette borst, het Halsted type amputatie, is geen eenvoudige zaak. Bergman heeft een techniek geperfektioneerd, die nu betrouwbaar is. Het wezen van die techniek is dat een rugspier met een stuk huid erop wordt losgemaakt en onder de huid van de flank door naar de voorkant van de borstwand wordt gedraaid. Deze spierhuidlap wordt helemaal losgemaakt, maar blijft met de bloedvaten verbonden aan de rest van het lichaam. De eilandlap, zoals men het stuk huid noemt, wordt dus rond het draaipunt onder de oksel, waar ook de belangrijke bloedvaten zitten, naar voren gebracht. Daar wordt de spier en zijn bijbehorende peesaanhechting bevestigd op de plaats waar vóór de amputatie de borstspier was aangehecht. Omdat de huidlap aan de bloedvaten vast blijft zitten, is een goede doorbloeding gegarandeerd en dat bevordert het aangroeien aan de borstkant. Onder de huidlap wordt op de plaats van de borst een gelijksoortige endoprothese ingesloten als bij de eerste rekonstruktietechniek die we zagen. Het zakje heeft gewoonlijk een inhoud van 300 à 350 milliliter. Bergman heeft de eilandlap-techniek zo verbeterd dat de hele rekonstruktie in één keer uitgevoerd wordt. Wanneer de vrouw ook een rekonstruktie van de tepel wil, is daar nog één operatie voor nodig, drie tot zes maanden later.
Het materiaal voor de te rekonstrueren tepel komt ofwel uit de lies ofwel van de tepel van de andere borst. Dat laatste



Een doorsnede door de huidlap met de rugspier laat zien dat de lap met bloedvat los wordt gemaakt en gedraaid. Daardoor blijft de doorbloeding optimaal en dat bevordert de aangroei op de borst.

kan echter alleen als men er zeker van is, dat die andere borst vrij is van kanker.

Altijd aandacht voor andere borst

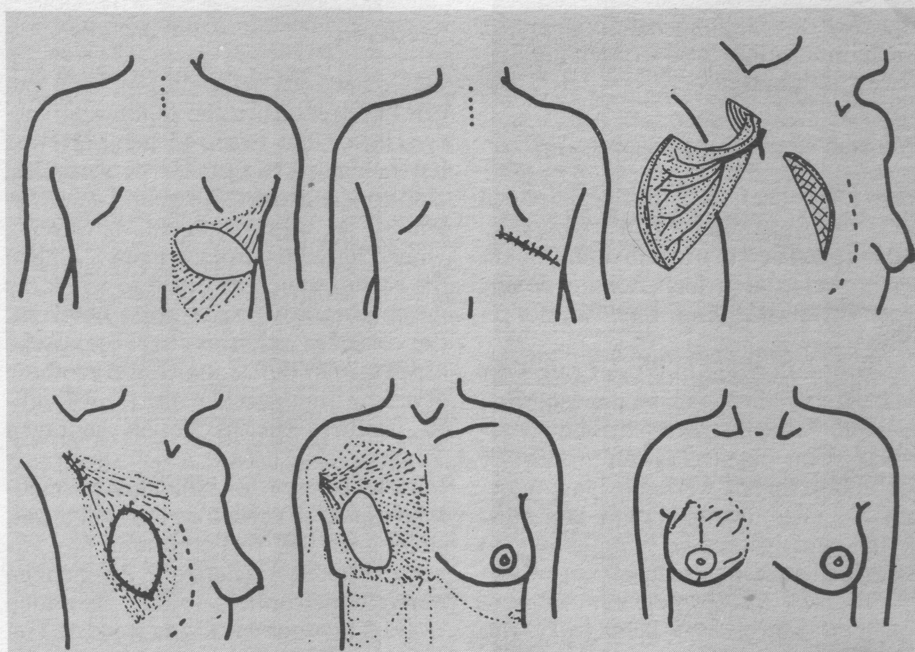
Er wordt trouwens altijd nauwlettend naar die andere borst gekeken, wanneer zich in één borst kanker blijkt te hebben ontwikkeld. Bestaan er twijfels over die andere borst, dan gaat men uit veiligheidsoverwegingen meestal over tot een Patey amputatie.

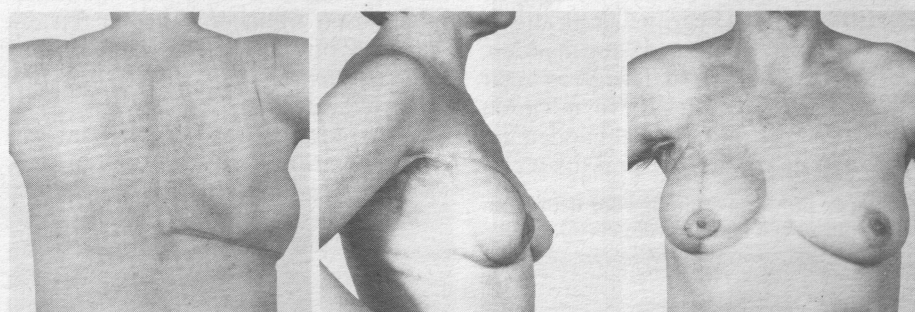
Het type rekonstruktie dat uitgevoerd wordt, hangt ook altijd samen met de gesteldheid van de andere borst. De gerekonstrueerde borst is vrijwel altijd kleiner dan de oorspronkelijke. Daardoor is er ook vrijwel steeds verschil tussen de gerekonstrueerde en de nietaangetaste borst. Blijkt de andere borst vrij van kanker, maar is het verschil in vorm en afmeting met de gerekonstrueerde borst erg groot, dan wordt met plastische chirurgie die gezonde borst aangepast. Dat wordt echter alleen gedaan wanneer de vrouw daar uitdrukkelijk om vraagt. Bovendien wordt het ook slechts gedaan wanneer de gezonde borst wat kleiner gemaakt moet worden (dat doet men door klierweefsel weg te halen).

In het geval de andere borst verdacht is en een Patey amputatie wordt uitgevoerd, dan maakt de omvang van die ingreep uit in welke vorm men de geheel afgezette borst zal rekonstrueren. Voorop staat dat de borsten zoveel mogelijk van gelijke afmeting moeten worden.

Goede voorlichting gewenst

De rekonstruktietechniek, waarbij een huidlap van de rug gebruikt wordt, werkt nu heel goed, nadat zich eerst tal van komplikaties en problemen voordeden. Blijkens de literatuur traden die ook in andere ziekenhuizen op. Omdat de rekonstruktie van borst en tepel goed verloopt, is daarmee het grote misverstand dat "het toch niks wordt" uit de wereld geholpen. Van Dam en Bergman vinden dat een goede voorlichting over de rekonstruktiemogelijkheden als "nazorg" net zo belangrijk is als de informatie die nu over uitwendige protheses en aangepaste kleding gegeven wordt. Ze willen borstrekonstruktie niet opdringen, maar wel het besluit daartoe vergemakkelijken.





De standaard techniek die voor borstrekonstruktie is ontwikkeld nadat de borst helemaal is verwijderd, behelst het draaien van een rugspier met een stuk huid erop naar de plaats van de weggehaalde borst. De zogeheten eilandlap blijft onder de oksel aan het lichaam vastzitten. Onder de huidlap wordt een prothese ingesloten. De eilandlap wordt onderhuids verplaatst. De snee in de rug wordt zo gezet, dat het litteken onder de bh verborgen kan worden.

Nevenverschijnsel borstamputatie verholpen

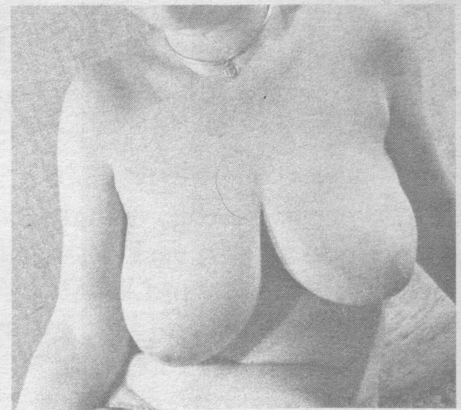
Bij ongeveer de helft van de vrouwen die borstamputaties hebben ondergaan, zwelt na die ingreep de arm op. Dat kan zover gaan dat die arm twee tot drie kilo zwaarder wordt dan normaal. De mate waarin dat verschijnsel optreedt, hangt af van de gebruikte operatietechniek en of er al dan niet bestraald is. De oorzaak van de opzwelling is het verstopt raken van lymfevaatjes in de arm. Bij borstoperaties wordt vaak klierweefsel en ook dat van lymfeklieren, tot onder de oksel weggehaald. Daardoor worden tal van kleine lymfevaatjes doorgesneden, na de operatie gedicht en zodoende afgesneden van een open verbinding met kleine aderen. Geproduceerd lymfe kan niet meer weg en de arm zwelt op. Dit lymfoedoem-probleem kan met mikrochirurgische technieken aangepakt worden, zoals dr. Leendert Nieuborg beschrijft in zijn proefschrift waarop hij afgelopen juni aan de Universiteit van Amsterdam promoveerde. Bij mikrochirurgie wordt, met behulp van een mikroskoop, bij wijze van spreken op de vierkante millimeter geopereerd. Met die techniek kunnen onder andere bloedvaatjes met een doorsnede van een halve millimeter worden hersteld. Ook kunnen de verstopte lymfevaatjes aan kleine aderen worden verbonden. Nieuborg heeft met deze techniek ervaring opgedaan bij vijftig patiënten. Gemiddeld naen omvang en volume van de opgezwollen arm door zijn ingreep met 54% af, waardoor een hoop overlast verdween. In slechts enkele gevallen werd de normale armomvang weer bereikt, maar ook met een minder resultaat waren de meeste vrouwen ring opgedaan bij vijftig patiënten. Gemiddeld namen omvang en volume van de opgezwollen arm door zijn ingreep met 54% af, waardoor een hoop overlast verdween. In slechts enkele gevallen werd de normale armomvang weer bereikt, maar ook met een minder resultaat waren de meeste vrouwen toch enorm geholpen.

Foto's Afd. Fotografie, Antoni van Leeuwenhoekhuis, Het Nederlands Kankerinstituut

Met dank aan dr. F. van Dam en dr. R. Bergman die de oorspronkelijke tekst kritisch doorlazen.

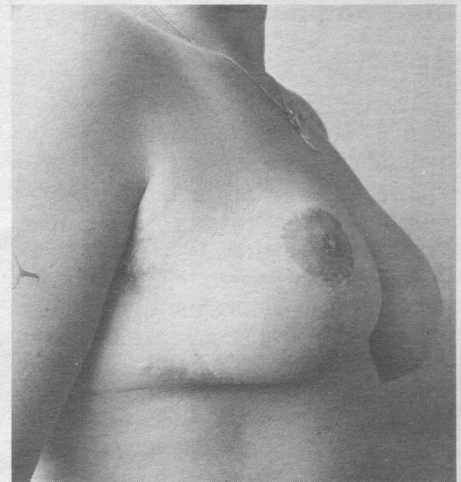
Borstkorrektie

Nu hiervoor al aandacht is besteed aan het rekonstrueren van de niet-geamputeerde, gezonde borst, kan ook meteen iets gezegd worden over borstoperaties om borsten te vergroten, te verkleinen of anderszins te korrigeren.
Het vergroten van kleine borsten is op zich een eenvoudige ingreep die soms zelfs onder plaatselijke verdoving wordt uitgevoerd. Er wordt bij die ingreep de inmiddels bekende silikonenprothese ingebracht. Het enige vervelende gevolg van deze korrektie kan zijn dat de vergrote borst gevoelloos wordt. Het lichaam reageert op het inbrengen van de "vreemde" prothese door dat ding in te kapselen met bindweefsel. Soms wordt die bindweefsellaag zo dik dat de borst hard en tamelijk ongevoelig wordt en dat kan dan het gevoel van een "kunstborst" geven. In het algemeen blijkt dit vooral gevoelsmatige probleem echter mee te vallen.
Het verkleinen van borsten is een ingewikkelder affaire. In wezen zijn er twee soorten ingrepen. Bij de ene wordt huid en weefsel weggehaald en blijft de tepel verbonden aan het onderliggende klierweefsel. Dat is de minst gekompliceerde ingreep, hoewel door de verschuiving van de tepelsteel soms de bloedtoevoer naar de tepel in gevaar komt, met als grootste gevolg het afsterven van die tepel. Het tweede type ingreep wordt toegepast wanneer de borst erg groot is. Dan zal in veel gevallen de tepelsteel doorgesneden moeten worden en de tepel zelf opnieuw in de gekorrigeerde borst ingezet moeten worden. Daardoor verliest de tepel zijn gevoel en zijn funktie, komt hij in de regel vrijwel in de borsthuid te liggen en wordt hij soms afgestoten. De praktijk wijst uit dat de vrouwen die dit overkomt, meestal zo opgelucht zijn over de verkleinde borst en het verdwenen ongemak, dat het verlies van de tepel op de koop toe wordt genomen.
Een derde soort korrigerende operatie betreft hangborsten. Daarbij hoeft in principe alleen maar huid verwijderd te worden. Meestal hoeft niet in het onderliggende weefsel gesneden te worden en kan dus ook de tepel intakt blijven.
Borstkorrektie wordt door de meeste ziekenfondsen en ziektekostenverzekeringen gezien als een "kosmetische" ingreep die daarom maar voor een deel vergoed wordt. Het is verstandig vooraf daarover informatie in te winnen. Wanneer de ingreep op advies van een arts, dus op medische indikatie, gedaan wordt, komt in de regel de operatie voor volledige vergoeding in aanmerking.



Korrektie van veel te grote borsten; er is vet- en klierweefsel en huid weggenomen en door de vormverandering van de borsten moest ook de tepel verplaatst worden. Dat leidde bij één borst tot het afstoten van die nieuw ingeplante tepel.





Medisch nieuws

Ideaal slaapmiddel op komst?

Drie Amerikaanse onderzoekers hebben een natuurlijke stof in het menselijk lichaam ontdekt, die slaap bevordert. De verbinding die faktor S is gedoopt, bestaat uit drie aminozuren en een suiker. Proefdieren die een beetje van de stof kregen toegediend, sliepen vijftig procent meer dan voorheen. De faktor bevordert alleen de zogeheten langzame golf slaap, dat is een diepe slaap zonder dromen. Er zijn eerder in de VS, Japan en Zwitserland al stoffen ontdekt die slaapbevorderend zijn, maar die werken in vergelijking tot faktor S maar heel weinig. Overigens zijn er aanwijzingen dat al deze stoffen op elkaar lijken. Sterke overeenkomst vertoont faktor S met een in Frankrijk in het laboratorium geproduceerde dipeptide die MDP wordt genoemd. MDP moet wel in veel hogere doses worden toegediend dan faktor S. Wie had gedacht dat nu een ideaal slaapmiddel binnen bereik is, zal nog enige jaren geduld moeten hebben. Overigens vinden de meeste onderzoekers de ontdekte faktor S wel veelbelovend. Er is nu nog veel te weinig over de verbinding bekend. Zijn samenstelling is wel ontrafeld (zijn preciese opbouw nog niet) en die samenstelling is tamelijk ongewoon. Eén van de aminozuren en de suiker komen veel voor in de celwand van bakteriën. Omdat faktor S uit menselijke urine gehaald wordt, bestaat het vermoeden dat de stof onder invloed van of met behulp van bakteriën zelf of hun afvalstoffen in de darm wordt gemaakt. Dat vermoeden wordt gesterkt door het gegeven dat alle essentiële aminozuren en vitamines evenmin door de mens zelf gemaakt kunnen worden, maar dat bakteriën daarbij behulpzaam zijn. De onderzoekers die de ontdekking van faktor S meldden, wisten in het laboratorium 30 mikrogram zuiver materiaal te krijgen, maar daarvoor moesten ze wel 4,5 ton urine verwerken! Het is duidelijk dat zo'n produktiemethode onwerkbaar is. Een andere aanmaak is daarom noodzakelijk wil men faktor S ooit tot verkoopbaar middel maken. Daarvoor is echter nodig dat men precies weet hoe de stof is opgebouwd, hoe hij in het lichaam gevormd wordt en hoe hij in de hersenen werkt, want daar zorgt hij voor slaap. Wel kan men binnenkort de stof al gebruiken om de scheikunde van het slapen te ontrafelen, want ook daarvan is nog maar erg weinig bekend.

Komposieten in protheses

Kunstvezels die om hun geringe gewicht in met koolstof versterkte vorm steeds meer toepassing vinden in de lucht- en ruimtevaart, zijn op zich geschikt voor gebruik in protheses en andere medische hulpmiddelen. Het Langley Research Center van de NASA speelt bij het toepasbaar maken van ruimtevaarttechnologieën een voorname rol. Zo zijn daar rolstoelen ontworpen die 55 kilo wegen, minder dan de helft zo zwaar als gewone stoelen. Een andere toepassing is een gezichtsmasker dat slechts 84 gram weegt. Het werd ontworpen voor een jongen die aan epilepsie lijdt en vaak onverwacht valt en zijn gezicht en hoofd bezeert. Tot voor kort had hij een masker van de soort die door spelers van het Amerikaanse football gedragen worden. Die maskers zijn van staal, vrij zwaar en onaangenaam in het dragen. Voor het kunststofmasker gelden die bezwaren niet. ■

De hemel en natuur in september en oktober

Ada Molkenboer en Andries Sabelis

De zomer is voorbij; de natuur gaat zich opmaken voor de winterperiode waarin veel aktiviteit naar een laag pitje gaat, zo niet helemaal tot stilstand komt. In de natuur blijft echter bijzonder veel boeiends te zien. De bewonderaars van de hemel komen weer aan hun trekken nu de nachten al aanzienlijk langer geworden zijn en bovendien op 26 september de klokken weer een uur teruggezet worden; de zomertijd is dan afgelopen.

De langste dag ligt al een kwart jaar achter ons en dat is goed te merken. Niet alleen is het aanzienlijk minder lang licht, ook de temperaturen zijn omlaag gegaan. Gemiddeld kunnen we in september overdag op 18,7 °C rekenen en in oktober op 14,3 °C; uiteraard is de kans op hogere temperaturen in het begin van die maanden groter dan aan het eind. De langere nachten worden ook koeler; de gemiddelde waarde voor de laagste temperatuur in de nacht is in september 9,4 °C en in oktober 6,4 °C. De warme Golfstroom die westelijk van de Britse Eilanden naar het noordoosten stroomt, vrijwaart ons van een al te snelle overgang naar de winter. Op gelijke geografische breedte aan de oostkust van Noord-Amerika, waar een koude zeestroom uit de poolstreken naar het zuiden komt, zet de winterkoude vaak eind oktober al in. Wanneer we met een gemiddeld jaar te maken hebben, kunnen we in september en oktober rekenen op een hoeveelheid neerslag die uiteenloopt van 110 mm in de drogere delen van ons land tot ruim 150 in de nattere delen. Gemiddeld laat in september de Zon op maar twee dagen en in oktober op zes dagen verstek gaan doordat de hemel de hele dag volkomen bewolkt is, of doordat er, vooral in oktober, een hardnekkige mist hangt. Alles samen blijven er dus nog heel wat geschikte dagen over om rond te kijken in de natuur.

Herfstkleuren

Een van de kenmerkende eigenschappen van de herfst is dat de loofbomen hun blad zien verkleuren en het vervolgens verliezen. De meeste bladeren kleuren geel en bruin, maar bijvoorbeeld de geïmporteerde onstandvastige wilde wingerd en de Amerikaanse eik worden warm-rood. Zeer fraai ogend kunnen kwelders in deze tijd van het jaar zijn. Wanneer men op het juiste moment in een kweldergebied met een zeekraalvegetatie komt, kan men daar een beeldschoon wijnrood hoogpolig tapijt zien liggen. De zeekraal sterft in de winter af en groeit in het voorjaar weer uit tot een groen sappig plantje dat in het najaar via een rode periode weer verdwijnt. Vroeger werd zeekraal wel als groente gegeten, maar dat is vanuit natuurbeschermingsoogpunt zeker niet meer verantwoord. Bovendien is het watermilieu op de plaatsen waar het groeit, vaak te sterk verontreinigd om het eten van zeekraal verstandig te achten.

Rondkijken in een kwelder

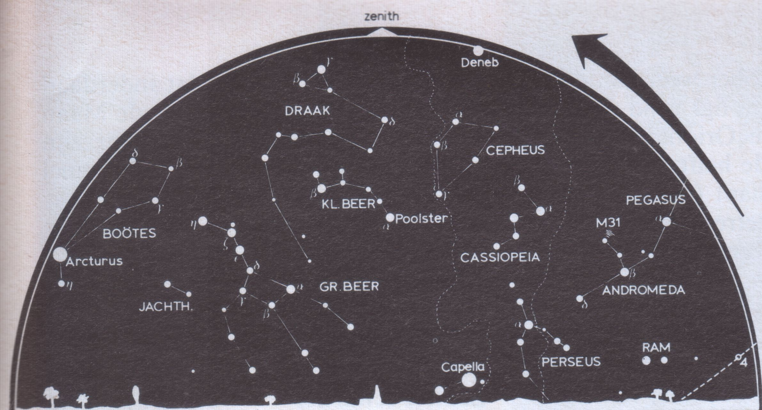
De grootte van de zeekraal en het aantal exemplaren per vierkante meter is sterk afhankelijk van faktoren als de voedselrijkdom van het toestromende water, de periode dat het kweldergebied per dag onder water staat, de rijkdom van de bodem en zo meer. Over een aantal meters kan men vaak al grote verschillen waarnemen. In een kweldergebied is zeekraal de plant die het meeste zoute water kan verdragen, samen met Engels slijkgras, een importsoort uit Groot-Brittannië, zoals de naam al aangeeft. Vanuit het zilte nat gezien, kan men landinwaarts achtereenvolgens schorre zoutgras, Deens lepelblad, gewone zoutmelde en Engels gras (dat in het voorjaar samengestelde bloemen in de vorm van roze bolletjes heeft) aantreffen. Vervolgens kunnen er soorten staan als schorrekruid, gewoon kweldergras, zeeaster, lamsoor, zeeweegbree, rood zwenkgras en zilte rus. Het kan een leuk eigen onderzoekje zijn eens na te gaan welke soorten waar staan en of dat ieder jaar hetzelfde is. Uiteraard moet dat wel zo gebeuren dat de kwetsbare kweldergebieden er niet onder te lijden hebben!

Bessen alom

Een ander uiterste voor wandelingen zijn de zoete en droge gebieden waar ons land ook niet zo rijk aan is. In deze maanden is goed te merken dat meteorologisch de herfst al op 1 september begint. De hele natuur maakt zich op voor de winterslaap. Er wordt gezorgd dat de soort kan overleven door het blad af te staan; daardoor hoeven in de winter geen sapstromen te funktioneren, die immers voedsel aanvoeren. Door bevriezing zouden de sapstromen de bron van schade in bomen en planten zijn. De sapstromen gaan op een laag pitje of worden zelfs helemaal stopgezet. Sommige planten en bomen zorgen voor besjes die gretig gegeten worden door vogels; die poepen even later dan de pitten uit en zo zorgt de betreffende plant of boom dat zijn zaad (de pitten) wordt verspreid. De den die altijd groen is, moet in de winter toch ook op een lager aktiviteitsniveau komen en doet dat door eenderde van zijn naalden te laten vallen.
De al genoemde bessen vinden we niet alleen aan bomen, maar ook vlak bij de grond aan planten. Het is niet zo bekend dat het dalkruid in het najaar een rode bes draagt. Ook de salomonszegel en het lelietje van dalen dragen besjes.

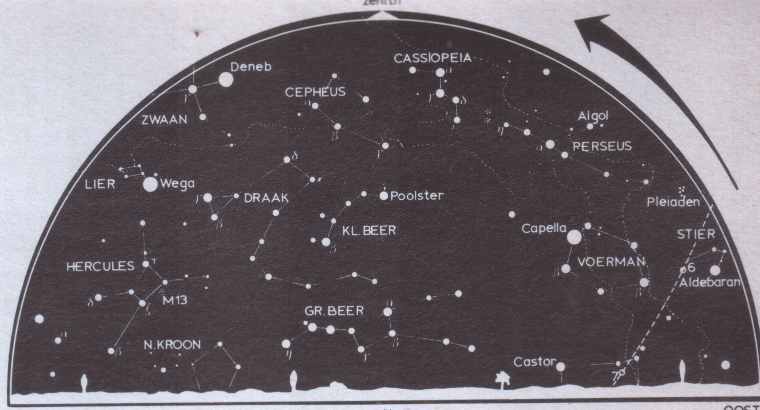
Laatbloeiers

In het najaar kunnen we ook nog bloeiende planten tegenkomen. Sommige bloeien omdat ze daar nog niet mee zijn opgehouden, zoals de kamperfoelie. Die draagt nu zowel bloemen als nog onrijpe groene en al rijpe rode bessen. Er zijn ook planten die in het najaar een tweede bloeiperiode doormaken om een extra grote kans op nageslacht te hebben. In Nederland is dit verschijnsel vrij spaarzaam, maar in de landen rond de Middellandse Zee bijvoorbeeld komt het zeer uitgebreid voor. In dat gebied vormt eind augustus op veel plaatsen gewoonlijk een periode waarin met heftige buien een behoorlijke hoeveelheid regen valt. Neerslagsommen van rond 100 mm uit één bui zijn dan niet ongewoon. De vegetatie reageert op deze korte natte periode met een uitbundige bloei in september. Op enkele plaatsen in ons land komt een inmiddels erg zeldzaam geworden herfstbloeier voor, de herfsttijloos (Colchicum autumnale). Het is onze enige inheemse herfstbloeier, die nog giftig is ook. Alle reden om hem bij aantreffen met rust te laten. In het voorjaar maakt deze plant bladeren en zijn grote groene doosvruchten zijn dan een opvallende kenmerk. De herfsttijloos is een tweejarige plant. Dat wil zeggen dat uit het zaad van het jaar tevoren een klein wortelrozetje is ontstaan dat tegen de kou zijn penwortel een beetje inkort en zo het plantje ook een beetje in de bescherming van de grond trekt. In het voorjaar komt het rozetje dan tot verdere ontwikkeling. Twee andere, fraaie voorbeelden van tweejarige planten zijn de



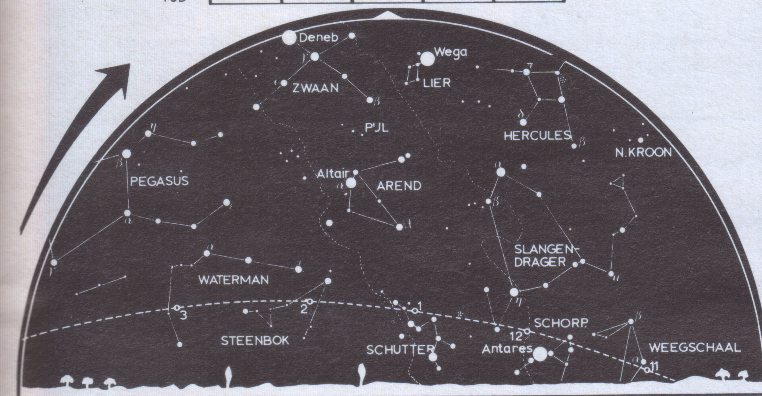
WEST N OOST

MAAND TIJD	september 20 tot 22 uur	augustus 22 tot 24 uur	juli 24 tot 02 uur	juni 02 tot 04 uur	mei 05 tot 07 uur



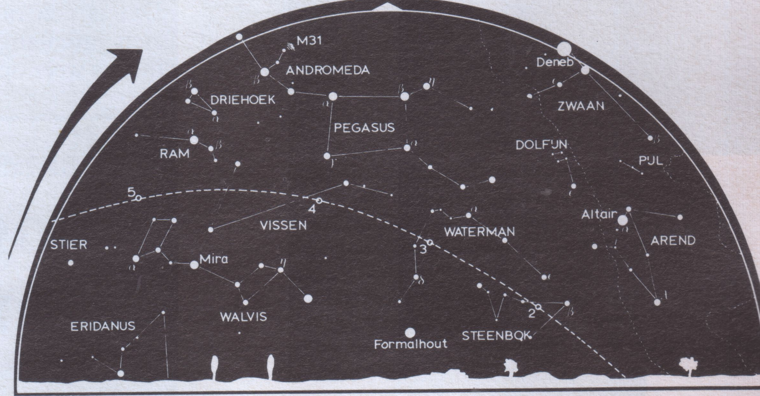
WEST N OOST

MAAND TIJD	december 17 tot 19 uur	november 19 tot 21 uur	oktober 21 tot 23 uur	september 23 tot 02 uur	augustus 02 tot 04 uur



OOST Z WEST

MAAND TIJD	september 20 tot 22 uur	augustus 22 tot 24 uur	juli 24 tot 02 uur	juni 02 tot 04 uur	mei 05 tot 07 uur



OOST Z WEST

MAAND TIJD	december 17 tot 19 uur	november 19 tot 21 uur	oktober 21 tot 23 uur	september 23 tot 02 uur	augustus 02 tot 04 uur

Datum	Begin van de ochtend-schemering	Zons-opkomst	Kulmi-natie	Zons-ondergang schemering	Einde van de avond-0h UT	Deklinatie Zon milj.km	Afstand Zon in
1sep	04h41m	06h50m	13h38m	20h25m	22h31m	+ 8°19'	150,961
6 sep	04 53	06 58	13 36	20 14	22 17	+ 6 29	150,782
11 sep	05 04	07 06	13 34	20 02	22 02	+ 4 36	150,587
16 sep	05 15	07 14	13 33	19 51	21 48	+ 2 41	150,393
21 sep	05 25	07 22	13 31	19 39	21 34	+ 0 45	150,183
26 sep	05 35	07 31	13 29	19 27	21 21	- 1 12	149,974
1okt	00h44m	06h39m	12h28m	18h16m	20h09m	- 3°09'	149,765
6 okt	04 53	06 47	12 26	18 04	19 56	- 5 05	149,540
11 okt	05 02	06 56	12 25	17 53	19 45	- 6 59	149,331
16 okt	05 11	07 04	12 24	17 42	19 34	- 8 51	149,121
21 okt	05 18	07 13	12 23	17 31	19 24	-10 40	148,912
26 okt	05 27	07 22	12 22	17 21	19 14	-12 25	148,702
31 okt	05 35	07 31	12 22	17 11	19 05	-14 05	148,508

De lijsterbes, voor veel vogels goed voedsel, voor menselijke konsumptie ongeschikt!
Foto Ada Molkenboer



teunisbloem en de kaardebol. Aangezien deze planten zich zeer rijkelijk uitzaaien, maar nooit in enorme aantallen voorkomen, moeten kennelijk heel wat wortelrozetjes de winterkou of andere ongunstige omstandigheden toch niet overleven.
Herfstbloeiers komen we ook tegen onder onze tuinplanten (bijvoorbeeld asters), maar dat zijn bij ons ingevoerde en door kweek veranderde vormen van soorten die van nature niet bij ons thuishoren.

Sommige bessen eetbaar

Heel wat bessen zijn eetbaar; van een aantal soorten kan men ook uitstekend jam maken. Toch zijn er ook veel bessen die er wel aantrekkelijk uitzien, maar die voor ons mensen giftig zijn (in enkele gevallen zijn een paar bessen al dodelijk). Het is dus, zeker met kleine kinderen, uitkijken geblazen; het plukken, eten en koken van bessen zou tot gevaarlijke navolging kunnen leiden en dat zou het kijkgenot in deze maanden grondig verpesten.

De planeten

Mercurius is vanaf 10 oktober zichtbaar aan de oostelijke ochtendhemel en waarneembaar tot 3 november. De planeet komt in deze periode ongeveer 80 minuten vóór zonsopkomst boven de horizon.
Venus komt ruim een uur eerder dan de



De gedeeltelijke zonsverduistering van 20 juli was op veel plaatsen tot vlak voor zijn maximum goed te zien. Daarna begonnen wolkenslierten of nevelsluiers de Zon aan het oog te onttrekken. Zo verging het ook E.M. van der Sijde, die vanaf het strand in Zandvoort bijgaande opname maakte met zijn 150 mm F5 spiegelteleskoop en okulairprojektie met een 25 mm Or okulair. Vlak voor zonsondergang was de Zon voor hem nog heel even zichtbaar.

Zon op en is dus net als Mercurius "ochtendster". Begin oktober verdwijnt Venus echter in de zonnegloed. Eind december wordt Venus weer zichtbaar, maar dan aan de avondhemel.

Mars is 's avonds laag aan de zuidwestelijke horizon te vinden; hij gaat ongeveer twee uur na de Zon onder. Op 27 september passeert Mars de planeet Uranus. Op 25 oktober bevindt Mars zich iets ten zuiden van de lichtzwakke planeet Neptunus. Mars beweegt zich bij dit alles door achtereenvolgens de sterrenbeelden Weegschaal, Schorpioen en Slangendrager.

Jupiter verdwijnt deze maand van het toneel en zal pas in december weer zichtbaar worden, maar dan aan de ochtendhemel. Voor **Saturnus** geldt hetzelfde.

Zomertijd

Deze eindigt op 26 september om 3 uur; alle klokken gaan weer een uur achteruit.

Herfst

Op 23 september om 10h46m trekt de Zon van noord naar zuid over de hemelevenaar. Daarmee begint de astronomische herfst en gaan we weer de donkere dagen tegemoet na een redelijk goede zomer.

Meteoren

De Orioniden verschijnen in de periode van 17 tot 26 oktober weer aan de hemel; het maximum ligt rond de 21ste. Overigens zijn de Orioniden het talrijkst in de tweede helft van de nacht wanneer hun radiant (vluchtpunt aan de hemel, in het sterrenbeeld Orion) tot flinke hoogte boven de zuidoostelijke horizon is gerezen. Gedurende de hele maand oktober kunnen af en toe enkele Tauriden worden waargenomen (vluchtpunt in de Stier), maar deze zwerm zal begin november zijn maximum bereiken. Misschien laten in oktober ook nog wat Draconiden zich zien. Dat is een onberekenbare zwerm die zich jarenlang niet vertoont, om dan ineens weer op te duiken, en dan steeds rond 9 oktober. Mocht dat inderdaad dit jaar zo zijn, dan is echter de Maan spelbreker omdat die na 22 uur zijn licht (Laatste Kwartier) over de hemel zal verspreiden.

De Maan

Volle Maan	3 sept.14h28m
	3 okt.02h08m
Laatste Kwartier	10 sept.19h19m
	10 okt.00h26m
Nieuwe Maan	17 sept.14h09m
	17 okt.01h04m
Eerste Kwartier	25 sept.06h07m
	25 okt.01h08m

Opnamen met een 150 mm Cassegrain teleskoop

Fotografie van Maan en planeten

E.M. van der Sijde

Het fraaie schouwspel dat de planeten Mars, Jupiter en Saturnus vele maanden lang aan de hemel hebben geboden, loopt ten einde. Heel wat amateurs zullen sinds eind verleden jaar hun vaardigheden op deze drie planeten die dicht bij elkaar aan de sterrenhemel stonden, hebben beproefd. Hier voorbeelden van wat met een 150 mm Cassegrain teleskoop mogelijk bleek.

Mijn teleskoop heeft een brandpuntafstand van maar liefst 4,50 meter en dat maakt hem bijzonder geschikt voor het fotograferen van de Maan en van planeten. Door de lange brandpuntafstand zijn sterke vergrotingen mogelijk. Met een 25 mm okulair volgt hieruit een vergroting van 180 maal.

Mars

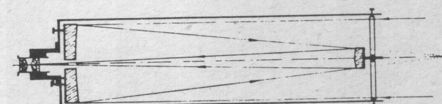
Bijgaande foto van Mars werd gemaakt op 1 april 1982. Er werd okulairprojektie toegepast met een 25 mm OR okulair over een afstand van 4 centimeter. De belichting bedroeg 0,5 sekonde door afzwaaien met een stuk zwart karton. De gebruikte film was Kodak 2415 (die voorheen aangeduid werd met SO 115) en die werd in D 19 ontwikkeld gedurende 4 minuten bij een temperatuur van 21 graden celsius. Duidelijk zijn op Mars enkele vlekken te zien. Dat zijn lichte en donkere gebieden die al met wat kleinere kijkers zichtbaar zijn. Soms worden deze gebieden aan ons oog onttrokken, zodat we alleen een rood bolletje zonder details zien; de reden voor het verdwijnen van details is het voorkomen van stofstormen.

Jupiter

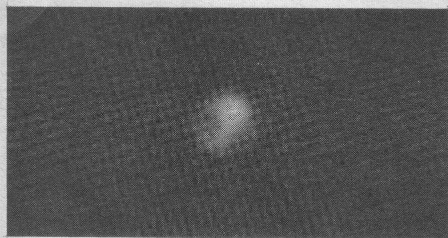
De planeet Jupiter werd gefotografeerd op 2 mei 1982. Hierbij werd geen okulairprojektie toegepast, maar werd gebruik gemaakt van een 2 maal konverter. Door deze konverter kreeg de kijker een brandpuntafstand van 9 meter F60. Er werd 1 sekonde belicht, ook door het afzwaaien met een stuk karton. Voor deze opname werd eveneens Kodak 2415 film gebruikt en ook die werd ontwikkeld in D 19. Helaas zijn door de luchtonrust de fijnere details verloren gegaan die op dat moment wel te zien waren. Vooral in de beide ekwatoriale banden waren nogal wat fijne strukturen zichtbaar. Op de opname zijn duidelijk de Zuid Ekwatoriale Band, de Noord Ekwatoriale Band en de Ekwatoriale Zone te zien. Let ook op de afplatting van de planeet.

Saturnus

De foto van Saturnus werd gemaakt op 25 maart 1982. Er werd okulairprojektie toegepast met een 25 mm OR okulair over een afstand van 4 centimeter.



Het principe van de Cassegrain teleskoop. Merk op dat de opgevangen lichtstralen door een opening in de hoofdspiegel de kijker verlaten.



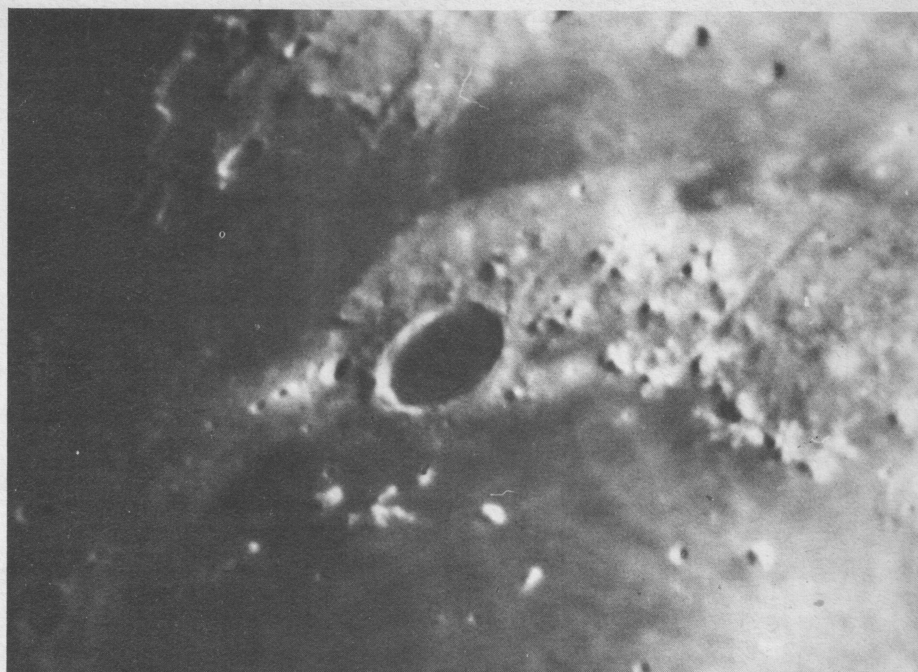
Mars gefotografeerd op 1 april 1982.



Jupiter, opname gemaakt op 2 mei 1982.



Saturnus gefotografeerd op 25 maart 1982.



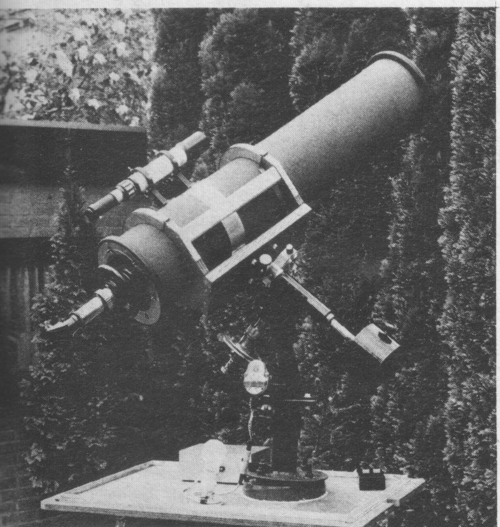
De krater Plato en omgeving, opgenomen op 5 maart 1982.

Een stukje zuidelijk halfrond op de Maan, met onder andere de kraters Tycho en Clavius, gefotografeerd op 6 maart 1982.



Voor Saturnus werd een wat snellere film gebruikt dan voor Jupiter en Mars, aangezien de planeet veel lichtzwakker is en we daarom langer moeten belichten. Saturnus werd 4 sekonden belicht. De gebruikte film was Tri-X 27 DIN en hij werd ontwikkeld in Microdol-X gedurende 15 minuten bij een temperatuur van 21 graden C. Tijdens de opname werd uiteraard gevolgd. Voor bezitters van een kijker is Saturnus een juweel van een waarnemingsobjekt. Behalve in de allerkleinste kijkers zijn de ringen altijd gemakkelijk te zien. Helaas blijft het meestal bij het werpen van een vluchtige blik door de kijker. Het planeetoppervlak toont ogenschijnlijk niet veel details. Soms kunnen er enkele banden en zones in het wolkendek van de planeet worden waargenomen, maar die zijn lang niet zo indrukwekkend als de banden en zones van Jupiter. Dat is om twee redenen begrijpelijk. Allereerst zijn de banden en zones op Saturnus veel minder uitgesproken dan die op Jupiter. Daarnaast staat Saturnus een stuk verder van ons af dan Jupiter, waardoor de planeetbol veel kleiner lijkt.

De Cassegrain teleskoop waarmee de bijgaande opnamen werden gemaakt. De kijker heeft een spiegeldiameter van 150 mm en een brandpuntafstand van 4500 mm.



De Maan

De Maan werd op twee avonden gefotografeerd. De opname van 5 maart 1982 kwam tot stand met behulp van een 2 maal konverter. Door afzwaaien met een stuk karton werd 1 sekonde belicht op Kodak 2415 film. Het gefotografeerde gebied toont de krater Plato, midden op de foto. Deze krater heeft een doorsnede van ongeveer 85 kilometer. Rechts van Plato liggen de Alpen met het Alpendal. Onder Plato zien we de bergpieken van de Montes Teneriffe in Mare Imbrium. Boven Plato ligt de Mare Frigoris met de kraters Birmingham en Anchytas. Tijdens de opname werd de beweging van de Maan gevolgd. De kleinst zichtbare details zijn ongeveer 3 kilometer groot.

De tweede opname werd gemaakt op 6 maart 1982, ook met gebruik van een konverter 2 maal. Er werd 0,5 sekonde belicht door afzwaaien met een stuk karton. De film was weer Kodak 2415. De opname toont een deel van het zuidelijk halfrond van de Maan, met de bekende krater Tycho (middellijn ongeveer 75 kilometer) bovenaan op de foto. Rechts beneden Tycho ligt de krater Clavius, met daarin weer verschillende kleinere kraters. Onder Clavius zijn de kraters Scheiner en Blancanus te zien. ■

Een kwart eeuw ruimtevaart

Benny Audenaert

Vijfentwintig jaar geleden, op 4 oktober 1957, slingerden de Russen een bolletje met een gewicht van 84 kilo in een baan om de Aarde. De ruimtevaart was geboren en het "bliep-bliep" van de Spoetnik-1 was het begin van een geweldige ontwikkeling. Een terugblik op vijfentwintig stormachtige jaren moet noodzakelijk beperkt blijven tot het aangeven van een paar grote lijnen.

De eerste jaren van de ruimtevaart werden gekenmerkt door rivaliteit. Die bestond niet alleen tussen de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie, die het absolute monopolie op de ruimtevaart bezaten omdat ze als enigen over grote lanceeraketten beschikten. Er was voor de buitenwacht ook duidelijk rivaliteit zichtbaar tussen verschillende instanties in de VS. Het is niet onwaarschijnlijk dat ook in de Sovjet-Unie aanvankelijk onenigheid bestond over het te volgen beleid in de verovering van de ruimte.

In de VS hadden in het begin het leger, de luchtmacht en de marine ieder hun eigen programma's. Onder leiding van Wernher von Braun had het leger uit de Redstoneraket de Jupiter C ontwikkeld, die het tijdens proeflanceringen erg goed had gedaan. De autoriteiten gaven echter de voorkeur aan de Vanguard van het Naval Research Laboratory. De Vanguard werd een grote teleurstelling. De kostprijs van het programma werd tien keer hoger dan aanvankelijk was begroot én de ontwerpers hadden niet de ervaring die von Braun wel had. Op 6 december 1957, twee maanden na de Spoetnik-1, mislukte voor het oog van de wereld een eerste lancering. Von Braun had toen eindelijk toestemming gekregen om een kunstmaan te lanceren en "zijn" Jupiter C bracht op 31 januari 1958 de Explorer-1 in een baan om de Aarde. Na een nieuwe mislukking bracht ook het Vanguardteam, in maart 1958, een satelliet in de ruimte; het ding woog anderhalve kilo, terwijl op dat moment de Russen al een lading van ruim 500 kilo en een hondje in de ruimte hadden gebracht (Laika in de Spoetnik-2).

Om aan de onderlinge konkurrentie en onenigheid in de VS een eind te maken, werd in 1958 de National Aeronautics and Space Administration (NASA) opgericht, ter vervanging van het al bestaande National Advisory Committee for Aeronautics (NACA).

De ruimtevaart in de Sovjet-Unie en de Verenigde Staten kwam kort daarop goed van de grond. De Amerikanen voerden in 1958 zeven lanceringen uit, in 1961 waren het er al 29 en het jaar daarop 52. Bij de Russen ging het iets minder snel. Zij kwamen pas goed op dreef in 1962 met twintig lanceringen. Eind 1976 hadden de Amerikanen 677 en de Russen 978 kunstmanen gelanceerd. Het aantal lanceringen is bij de Amerikanen sinds het begin van de jaren zeventig gevoelig gedaald. In diezelfde periode ging het aantal Russische lanceringen omhoog, en die verhouding is nog steeds zo.

NORAD, het North American Air Defense Command, heeft al meer dan 13.000 objekten in de ruimte geregistreerd. Daaronder bevinden zich niet alleen satellieten, maar bijvoorbeeld ook delen van de draagraket, die in een baan om de Aarde kwamen. Eind december 1980 waren er nog 1010 kunstmanen in de ruimte. Het grootste deel daarvan (958) bevond zich in een baan om onze planeet. Zestien objekten draaiden rond de Maan en 36 sondes volgden een interplanetair trajekt. Volgens schattingen uit 1980 hebben 1 tot 5% van de lanceringen een wetenschappelijk doel. Van alle lanceringen hebben 25 tot 34% civiele toepassingen en 65 tot 70% militair nut.

Weggegooid geld?

Een van de meest gestelde vragen in verband met ruimtevaart en ruimte-onderzoek is of het geld dat deze bijzonder dure aktiviteit opslorpt, niet beter besteed kan worden. Vaak zeggen mensen dat het wel nog altijd beter is geld aan ruimtevaart uit te geven dan aan militaire zaken, maar zolang er nog zoveel menselijk leed in deze wereld is, kan het geld dan niet beter daarheen gaan?

De vraag of ruimtevaart nut heeft, kan niet zomaar met ja of nee worden beantwoord. Het antwoord hangt ondermeer af van het doel waarvoor bepaalde kunstmanen worden gebruikt en van de gebruikers zelf. Zo kunnen militaire kunstmanen voor sommigen totaal nutteloos en geldverspillend zijn, voor militaire instanties zijn ze bijzonder belangrijk. Satellieten met een direkte praktische toepassing noemt men



Een hoogtepunt in de internationale samenwerking in de ruimte vormde in 1975 de Amerikaans-Russische Apollo-Sojoez vlucht. Hier een blik op de Sojoez vanuit de Apollo.
Foto NASA





Valentina Teresjkova, die van 16 tot en met 18 juni 1963 een ruimtevlucht maakte, was tot dusverre de enige vrouw die ooit in de ruimte was. Wanneer de Russen niet voor een verrassing zorgen en de Amerikanen geen tegenslagen krijgen, zal volgend jaar de tweede ruimtevrouw vliegen, de Amerikaanse Sally Ride die aangewezen is voor de zevende Space Shuttle vlucht in april volgend jaar. Foto TASS (links), NASA (rechts)

naar het Engels applikatiesatellieten of in een "goed" Nederlands woord nutssatellieten. De belangrijkste voorbeelden van zulke kunstmanen zijn weer- en kommunikatiesatellieten. Dankzij gegevens van weersatellieten zijn al vele mensenlevens gered, omdat bijvoorbeeld tijdig voor een naderende wervelstorm gewaarschuwd kon worden. Kommunikatiesatellieten zijn belangrijk voor bijvoorbeeld telefoonverbindingen. In uitgestrekte landen zoals de Sovjet-Unie staan ze in voor televisieverbindingen.

Vanuit de ruimte kan bijvoorbeeld vervuiling worden opgespoord. Men kan nagaan of bepaalde gewassen te velde ziek zijn of waar de bodem het best geschikt is voor landbouw. Onbekende erts- en watervoorkomens kunnen worden opgespoord. Veel van de zogeheten remote sensing satellieten waarmee dit gedaan wordt, zijn nog experimenteel en goed werkt het ook nog niet altijd. Toch wordt er veel gebruik gemaakt van dergelijke waarnemingen die op afstand zijn gedaan. De gegevens van de Amerikaanse Landsats worden op tachtig verschillende manieren toegepast. Russische geleerden maakten onlangs bekend dat remote sensing waarnemingen uit het ruimtestation Saljoet-6 nog dertig jaar lang gebruikt zullen kunnen worden in landbouw, bosbouw, geologie, glaciologie en zo voort.

Ruimtevaart heeft ook indirekt veel toepassingen. Dankzij de ruimtetechnologie kon bijvoorbeeld de kwaliteit van kopieermachines worden verbeterd en dat leverde een kostenbesparing van 250.000 dollar per jaar op.

Militaire ruimtevaart

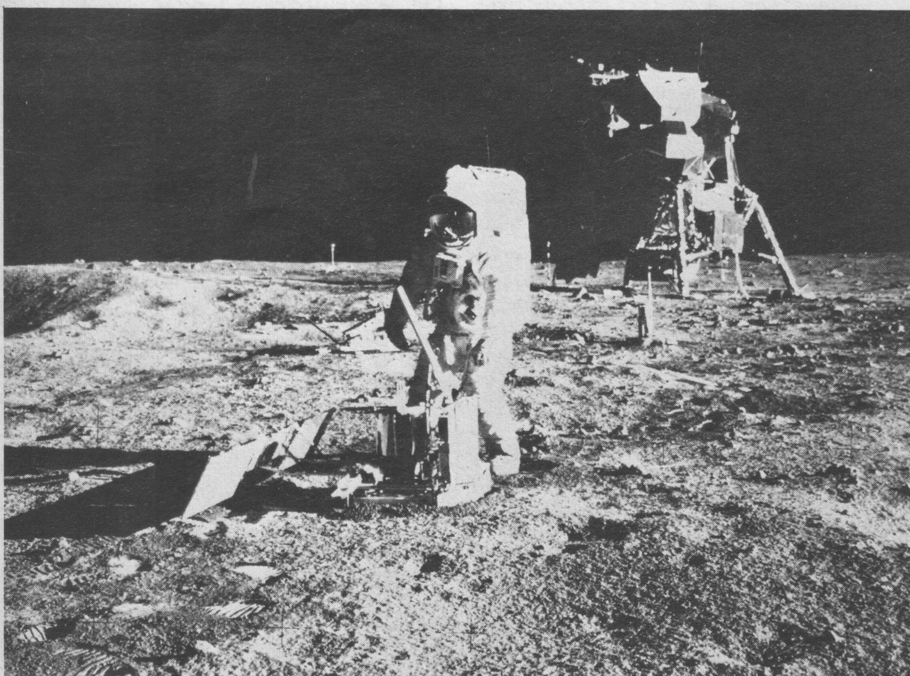
Zoals al opgemerkt heeft een groot deel van de gelanceerde kunstmanen een militair karakter. We zullen ons beperken tot een paar voorbeelden. Kunstmanen die gedetailleerde metingen op het gebied van remote sensing doen, kunnen ook gebruikt worden om militaire installaties van de tegenstander te bestuderen. Het in de gaten houden van belangrijke troepenbewegingen is een andere duidelijke en uitvoerbare taak van militaire verkenningssatellieten. Eerder dit jaar bekeken Russische bewakingssatellieten voor de oceanen wat er gebeurde op en rond de Falklandeilanden. Waarschijnlijk zijn de supermogendheden voortdurend op de hoogte van bijvoorbeeld het aantal voertuigen dat op een willekeurige weg op het grondgebied van de tegenstrever rijdt!

Een ander type militaire kunstmanen zijn de beruchte "killer"- en lasersatellieten. De "killer"-satellieten manoeuvreren zichzelf naar een doelkunstmaan en schakelen die dan uit. Satellieten met laserwapens zouden objekten over afstanden van duizenden kilometers kunnen vernietigen. Niet iedereen is het echter eens over het werkelijke nut van dit soort kunstmanen. Tegenstanders zijn van oordeel dat systemen om laserkunstmanen uit te schakelen veel goedkoper zijn dan de kunstmanen zelf. Voorstanders menen dat laserwapens wel ontwikkeld moeten worden, omdat de vijand dat ook doet.

Ook in de bemande ruimtevaart zijn de militaire belangen diep doorgedrongen. Bij de Amerikanen is de Space Shuttle er voornamelijk gekomen vanwege de militaire toepassingen. De Russische ruimtelaboratoria Saljoet-3 en -5 hadden een militair karakter. Dat viel ondermeer af te leiden uit de betrekkelijk lage baan die beide ruimtevoertuigen volgden. Ook de Russische solovlucht van de Sojoez-22 in 1976, officieel een remote sensing vlucht, diende waarschijnlijk militaire belangen.

Planetenonderzoek

Een mooi voorbeeld van de wetenschappelijke toepassingen van ruimteonderzoek is de verkenning van de planeten. Men mag gerust stellen dat we de afgelopen tien jaar meer over de plane-

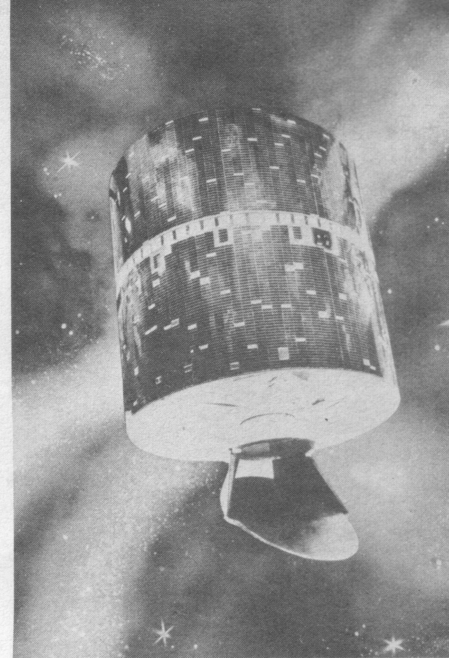


Een Apollo-astronaut op de Maan. Het Apolloprogramma kon over onbeperkte hoeveelheden geld beschikken; aan een vervolg is het Maanprojekt nooit toegekomen. Foto NASA

ten te weten zijn gekomen dan in alle tijd daarvoor. Het valt op dat het onderzoek hoofdzakelijk een Amerikaanse aangelegenheid is geweest. De Russen hebben zich beperkt tot de planeten Venus en Mars, terwijl de Amerikaanse sondes verder gingen. Het ziet er naar uit dat de Amerikanen hun leidende positie in het planetenonderzoek aan het verliezen zijn. Dat is vooral het gevolg van een gebrek aan geld bij de NASA. Voor de komende jaren is in de VS alleen het projekt Galileo, voor onderzoek van Jupiter en zijn grote manen, zeker van uitvoering. Van de Russische plannen op de lange termijn is, behalve de dubbelvlucht naar Venus en de komeet van Halley, niets met zekerheid bekend. De ESA en Japan zijn allerlei plannen aan het ontwikkelen, maar daarover elders meer.



De Europese Ariane raket is de vrucht van de samenwerking van de ESA-lidstaten. Met de Ariane kan suksesvol geopereerd worden op de markt van satellietlanceringen, die groeiende is. Foto ESA



Geostationaire kommunikatiesatellieten spelen een niet meer weg te denken rol in onze huidige samenleving. Hier de Japanse GS-2 die februari volgend jaar gelanceerd moet worden. Foto NASDA

Bemande ruimtevaart

De bemande ruimtevaart heeft, net als het ruimte-onderzoek, sedert de begintijd een heel ander aanzien gekregen. De tijd dat miljoenen mensen gespannen voor hun tv-toestel de lotgevallen van Amerikaanse maanreizigers volgden, is voorgoed voorbij. De lancering van een nieuw bemand ruimteschip wordt nog in een klein hoekje van de krant vermeld of zelfs helemaal niet meer.

Het lijkt erop dat de Sovjet-Unie al vrij vroeg van een bemande vlucht naar de Maan heeft afgezien, als er tenminste al dergelijke plannen bestonden. Dat land is vrij snel begonnen met de ontwikkeling van ruimtelaboratoria, waarvan de Saljoet-6 en -7 de nieuwste vertegenwoordigers zijn. De Amerikanen kwamen na hun Apollo-programma in de problemen. Ze voerden het Skylabprojekt uit als een soort overgang naar de Space Shuttle, maar technische en financiële problemen zorgden voor veel vertraging. Uiteindelijk moet ook het Amerikaanse programma in de ruimte er een worden waarin ruimtestations centraal staan.

Volgens sommigen zou China binnen afzienbare tijd aan bemande ruimtevluchten beginnen. Anderzijds hebben de Chinezen op dit moment met behoorlijke ekonomische moeilijkheden te kampen en geven ze hun ruimteprogramma minder aandacht.

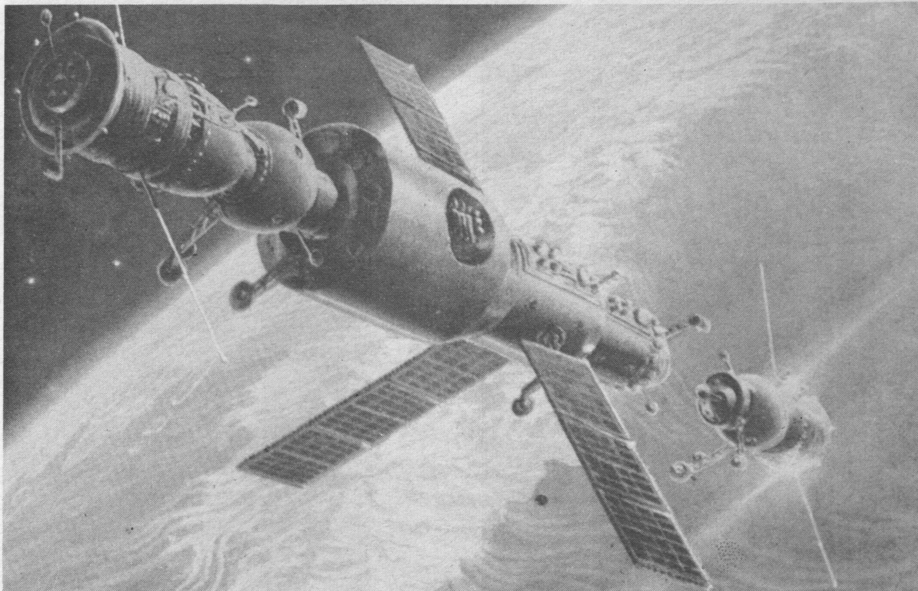
Mensenwerk

Ruimtevaart is in de eerste plaats een menselijke bezigheid. Ingewikkelde instrumenten staan slechts op de tweede plaats, want ze zijn tenslotte door mensen ontworpen. Dat betekent dat falen volkomen normaal is. Zo kwam de Rus Vladimir Komarov in april 1967 om het leven toen zijn Sojoez-1 kapsule door problemen met het parachutesysteem te pletter stortte. In 1971 kwamen Dobrovolski, Patsajev en Volkov om bij hun terugkeer naar de Aarde. Ze hadden toen drie weken doorgebracht aan boord van de Saljoet-1.

De Amerikanen hebben tijdens vluchten geen dodelijke ongevallen gehad. Kantje boord was de affaire met de Apollo-13, toen op weg naar de Maan een zuurstoftank aan boord ontplofte, maar dat hachelijke avontuur liep goed af. Tijdens een grondtest waren drie jaar eerder de bemanningsleden voor de eerste Apollovlucht, Grissom, White en Chaffee om het leven gekomen toen in hun kabine brand uitbrak.

Mensenwerk betekent ook rivaliteit. Een voorbeeld daarvan hebben we in het begin al gezien. Het betekent evenwel ook samenwerking. Een hoogtepunt in dat opzicht was de gezamenlijk Amerikaans-Russische Apollo-Sojoez-vlucht in juli 1975. In de bemande ruimtevaart is het jammer genoeg bij die ene vlucht gebleven. Wel heeft de Sovjet-Unie een uitgebreid samenwerkingsprojekt met andere landen op touw gezet, het Interkosmos-programma, waarin "vreemde" kosmonauten in kapsules meevlogen. In het kader van het Space Shuttle programma zullen ook enkele ESA-astronauten de ruimte in kunnen gaan.

De Westeuropese landen die lid zijn van de ESA, de Europese Ruimtevaart Organisatie, hebben ondervonden dat



De Sovjet-Unie heeft in de loop van de afgelopen tijd systematisch gewerkt aan de ontwikkeling van een langdurig te bemannen ruimtestation. Hier wordt een Saljoet met een aangekoppelde Sojoez-kabine aangevlogen door een bevoorradingsschip van het type Progress.

samenwerking tot mooie resultaten kan leiden. De ontwikkeling van de Ariane is daar een duidelijk voorbeeld van.
Er is internationaal veel samenwerking op kleine schaal. Zo wisselen Amerikanen en Russen instrumenten en gegevens uit (in het kader van het Biokosmosprogramma en bij het onderzoek van de planeet Venus). Verder zijn instituten en laboratoria over de hele wereld regelmatig betrokken bij satellietlanceringen, doordat ze onderdelen of instrumenten leveren of meedoen aan het uitwerken van de verkregen gegevens.

De Amerikaanse Space Shuttle vormt de eerste stap ruimtevaart-nieuwe-stijl, een efficiënt gebruik van materieel. Hoewel ruimtevaart ook met de Space Shuttle niet goedkoop wordt, zal men het uit te geven geld wel nuttiger kunnen gaan besteden in de ontginning van de ruimte. Overigens lijkt de Sovjet-Unie in juni van dit jaar een proef te hebben genomen met een experimenteel model van een eigen ruimtezwever. Foto NASA

Het ruimtebedrijf

De laatste jaren heeft het begrip konkurrentie een belangrijke plaats veroverd onder de aktiviteiten in de ruimte. Ruimtevaart is minder een zaak van prestige geworden, hoewel prestige nog wel degelijk belang heeft. Tegenwoordig gaat het om "business". De ruimtevaart is industriële bedrijvigheid geworden.
De Europese raket Ariane is een mooi voorbeeld van kommercialisering van de ruimtevaart. De Westeuropese landen zijn nu niet alleen in staat zelf kunstmanen te lanceren, maar ze kunnen bovendien lanceringen verkopen. Met andere woorden, ruimtevaart kan geld in het laatje brengen. Omdat ook andere organisaties, zoals de NASA, kunstmanen van andere landen in een baan om de Aarde kunnen brengen, moet een lancering voor een klant zo voordelig mogelijk zijn. Voor het kommercieel exploiteren van de Ariane werd in 1980 de organisatie Arianespace opgericht. Daarin nemen de bij de Ariane betrokken bedrijven en een aantal banken in West-Europa deel.

Andere ruimtevaartnaties

Naast de Sovjet-Unie en de Verenigde Staten zijn er nog andere ruimtevaartlanden, dat wil zeggen landen die met eigen raketten kunstmanen lanceren. Frankrijk slaagde daar in 1965 al in. Groot-Brittannië, de Westeuropese landen, Japan, China en onlangs India volgden. Alleen de ESA en Japan hebben een uitgebreid programma op touw gezet. India lanceert voorlopig zelf slechts kleine kunstmanen. Het is niet erg duidelijk wat China in de komende tijd gaat doen. Dat land heeft in de laatste paar jaar meer dan tien kunstmanen in de ruimte gebracht, maar het programma lijkt momenteel op een zachter pitje gezet te zijn.
De volgende kwart eeuw ruimtevaart zal vooral een ontwikkeling in kommerciële richting te zien geven, en naar te vrezen valt, ook meer militaire aktiviteiten. Het is te hopen dat de ruimtevaart ten voordele van de mens wordt gebruikt en niet tégen hem. We besluiten daarom met de woorden van de eerste mens in de ruimte, Joeri Gagarin: "Toen ik in mijn ruimteschip rond de Aarde draaide, heb ik gezien hoe mooi onze planeet wel is. Mensen, laten we deze schoonheid bewaren en nog uitbreiden, in plaats van ze te vernietigen!"



Europa beschikt dankzij de Meteosats over eigen weersatellieten, waar de meteorologen dankbaar gebruik van maken. Ook de Verenigde Staten, de Sovjet-Unie, Japan en India hebben geostationaire weersatellieten in bedrijf. Foto ESA

Bonjour, een Fransman in de Saljoet-7

Toen op 19 april van dit jaar in de Sovjet-Unie de lancering van de Saljoet-7 bekend werd gemaakt, ging er een zucht van verlichting door alle Fransen die bij het Frans-Russische samenwerkingsprojekt betrokken waren. Eindelijk was het zover. Een Fransman zou als eerste Westeuropeaan een ruimtevlucht kunnen maken.

Jaap Terweij

Alle foto's, tenzij anders vermeld, TASS



De bemanning van de Sojoez T-6 terug op Aarde. De Sovjets zetten hun bemanningen altijd in dit type stoelen om na de landing weer te wennen aan de zwaartekracht op Aarde.

Drie weken na de suksesvolle lancering van de Saljoet-7 werd, op 13 mei, de Sojoez T-5 gelanceerd, met aan boord de kosmonauten Anatoli Berezovoi en Valentin Lebedev. Een dag later koppelden ze hun ruimteschip aan het op 220 kilometer hoogte wachtende ruimtestation. Na het kontroleren van alle apparatuur, konden ze het toegangsluik openen en het station binnenzweven. Vervolgens brachten ze, door het aanzetten van alle apparatuur aan boord, het station tot leven en kon gesproken worden van een nieuwe etappe in de bemande Sovjet-ruimtevaart. Hoe lang ze aan boord zullen blijven, is de vraag, maar lang zal het zeker zijn. Lebedev is namelijk niet de eerste de beste. Hij behoorde tot de oorspronkelijke bemanning van de Sojoez-35, samen met Popov, die op 9 april 1980 werd gelanceerd. Twee maanden voor die lancering beschadigde Lebedev bij trampoline springen zijn knie en moest worden opgenomen in een ziekenhuis in Moskou. Dat voorval bracht vele mensen in paniek. Drie weken later zou namelijk de Progress-8 gelanceerd moeten worden, met 1759 kilo materiaal aan boord, waarvan veel voor Lebedev bedoeld was. Alles was al ingepakt en wie zou er nu gaan vliegen? Dat werd Valeri Rjoemin en hij bleef samen met Leonid Popov 185 dagen in de ruimte. Lebedev had toen twee jaar lang getraind voor zo'n langdurige vlucht en die training zal men niet onbenut laten.

Nieuwe Saljoet

De Saljoet-7 laat zich uiterlijk in niets van zijn voorganger, de Saljoet-6, onderscheiden. Van binnen zijn echter enige veranderingen aangebracht volgens het normale Russische systeem. Het uiterlijk is gestandaardiseerd, maar het inwendige wordt steeds aangepast aan de hand van gegevens van vorige vluchten en opmerkingen van kosmonauten van die missies. Direkt opvallend in de nieuwe Saljoet zijn de nieuwe kleuren, die het geheel een fleuriger aanzien geven; dat is psychologisch van belang voor langdurige vluchten. De patrijspoorten zijn allemaal veranderd; twee ervan laten nu ultraviolette straling door, waardoor het zicht naar buiten toe verbetert. Ook kunnen ze er "zonnebaden" en mooi bruin worden, maar het is de vraag of dat de bedoeling is. Een van die twee ramen zit in de werkruimte, het andere in de overgangssektie. Ook de andere poorten zijn veranderd, omdat op de lange duur de vensters ondoorzichtig werden door inslagen van mikrometeorieten en aanslag van brandstof van de stuurraketten. De nieuwe vensters zijn door middel van dunne glasplaatjes van binnenuit verwisselbaar. Aan de buitenkant zit een doorzichtige beschermkap die langs elektronische weg verwijderd kan worden.

In de eerste werkruimte is het besturingspaneel waarvan de stoelen nu lichter zijn uitgevoerd en ook uitneembaar zijn. Rechts van de stoel van de boordingenieur, die helemaal rechts zit, bevindt zich de kleine Delta komputer die in de Saljoet-6 nog getest werd en nu al een vast bestanddeel van het besturingsapparaat vormt. In het midden van de grote werkruimte staat nog steeds het kegelvormige apparatenblok. Hierin zit niet meer zoals in de Saljoet-6 de BST-1 submillimeter teleskoop, maar een stel röntgensensoren voor onderzoek aan röntgenbronnen in het heelal. De beide sluiskamers zijn nu identiek en kunnen beide zowel voor het opbergen van afval als voor het doen van technische experimenten gebruikt worden. Nieuw is ook de ijskast en de heetwatervoorziening die 24 uur per dag funktioneert. Als belangrijkste verandering geldt wel de vernieuwde koppelingskraag die verstevigd is, zodat nu zwaardere schepen dan de Progress en de Sojoez kunnen vastmaken. Mogelijk valt voor de toekomst te denken aan een bouwelement in de stijl van de Kosmos-1267, die ruim een jaar aan de Saljoet-6 heeft vastgezeten. Die kombinatie werd trouwens op 29 juli j.l. uit zijn baan gehaald; het geheel kwam boven de Indische Oceaan in de dampkring terug en is waarschijnlijk in zijn geheel verbrand.

Ruimtestation als lanceerplatform

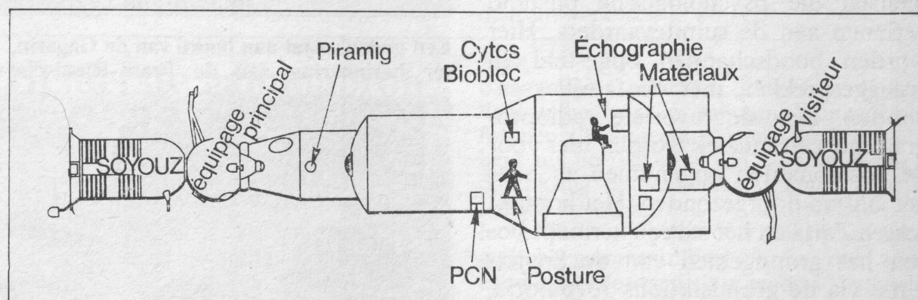
Op 17 mei om 13.30 uur luisterden de verzamelde journalisten verbaasd naar de stem van Anatoli Berezovoi, toen die de middaguitzending begon met de woorden: "Zarja, hier Elbroes-1. Horen en zien jullie mij? Ik begin met mijn bericht over de startvoorbereidingen van de Iskra-2 in ons station." Vervolgens was Lebedev te zien, die door de kabine zweefde met een pakket van een halve meter hoog en zeskantig, waarop het licht flonkerde. "Hier Elbroes-2, we hebben hem uitgepakt, onze Iskra-2 die door de studenten van het Moskouse

De lancering van de Sojoez T-6 op 24 juni; het was op de lanceerbasis toen avond en al donker.

MAI is gebouwd. Nu voel ik me weer een van hen."

MAI is een vast begrip geworden in de ruimtevaart en staat voor het Moskouse Luchtvaart Instituut, dat ingenieurs voor de lucht- en ruimtevaart levert. Aan het instituut studeerden de kosmonauten Koebassov, Volkov, Sewastianov, Ivantsjenkov en Lebedev. Op het konstruktiebureau van dat instituut, ISKRA, worden momenteel naast modelvliegtuigen ook satellieten gebouwd. De Iskra-1 en de Radio-1 en 2 zijn er van afkomstig. De Iskra-2 is een zeskantig prisma vol zonnecellen, dat een massa van 23 kilo heeft. Na het uitpakken werd hij aan boord getest op een door het MAI ontworpen en bijgeleverde proefstand. Vervolgens werd hij aan een slede op rails bevestigd en met een veer gespannen. Het hele komplex werd de afvalsluis ingeschoven. De Saljoet-7 kiepte daarna ruggelings 90 graden om, zodat de aangekoppelde Sojoez T-5 naar boven wees en de sluis tegengesteld aan de vliegrichting zat. Om 15.04 werd de Iskra-2 losgeschoten en alles verliep voorspoedig. Aan de onderkant van het zich verwijderende satellietje zit een plakaat met de emblemen van de studentenorganisaties in de negen socialistische Interkosmoslanden en die van Laos. Dit symboliseert de samenwerking tussen de Interkosmosstudenten, die vervolgens ook verbindingen gaan onderhouden via de radio-amateurkunstmaan die de Iskra-2 is.

Op 23 mei werd de Progress-13 gelanceerd die voorraden en 230 kilo aan Franse instrumenten meenam. De dag van de lancering van de Fransman Jean-Loup Chretien kwam steeds dichter bij. Heel lang is het onzeker geweest of voor de Franse vlucht de Saljoet-6 of de 7 gebruikt zou gaan worden. De Fransen hebben altijd al de nieuwe Saljoet gewild en ze kregen hun zin.



De plaats van de Franse experimenten in de Saljoet-7. Links zit de Sojoez T-5 van de stambemanning, rechts de Sojoez T-6. Dat is ook de plaats waar de Progress-14 met nieuwe voorraden aankoppelde.

Bonjour, Chretien

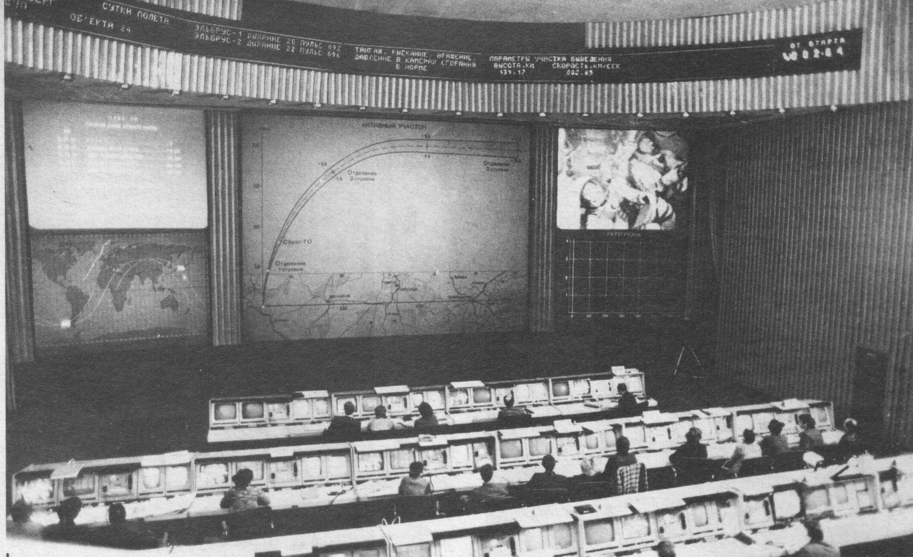
Eindelijk was het dan zo ver. De avond voor de lanceerdag waste Chretien zich met alkohol en ging slapen in een bed dat met UV-straling was gesteriliseerd. Op de dag van de lancering, 24 juni, stond hij om negen uur op, ontbeet en had vervolgens nog vrij tot twee uur 's middags. De tijd besteedde hij onder andere aan het maken van een wandeling door de tuin van het kosmonautenhotel "Kosmonaut" in Leninsk. Om 15 uur kwam de officiële delegatie en werd er op de basis Baikonoer de ceremoniële boom geplant in de laan van de kosmonauten. Twee en een half voor de lancering die op 20.30 uur was vastgesteld, begon de afscheidsreceptie. Precies op het geplande tijdstip verhief de lanceerraket zich van de basis Baikonoer. Aan boord van de Sojoez T-6, op het topje van de raket, bevonden zich de ruimtevaarders Jean Loup Chretien, Alexander Ivantsjenkov en Vladimir Djanibekov. Chretien werd door zijn lancering de 108ste mens die naar de ruimte vloog. De Sojoez T-6 was het 35ste Russische ruimtevoertuig met Franse apparatuur aan boord. In de kapsule zaten onder andere de Cytoskulturen voor biologische proeven, films voor de experimenten Piramig en PCN en een echte Franse maaltijd voor vijf personen.

De volgende dag koppelden de kosmonauten hun Sojoez aan de Saljoet-7. Bij deze koppeling trad een klein probleem op; de naderingskomputer gaf verkeerde informatie, waarop Djanibekov ingreep. Hij stuurde de kabine de laatste honderd meter met handbediening

naar het ruimtestation toe. De kosmonauten werden na de koppeling aan boord van de Saljoet ontvangen met het traditionele brood en zout. Voor de eerste maal in de geschiedenis woonden vijf mensen tegelijk in een Saljoet.

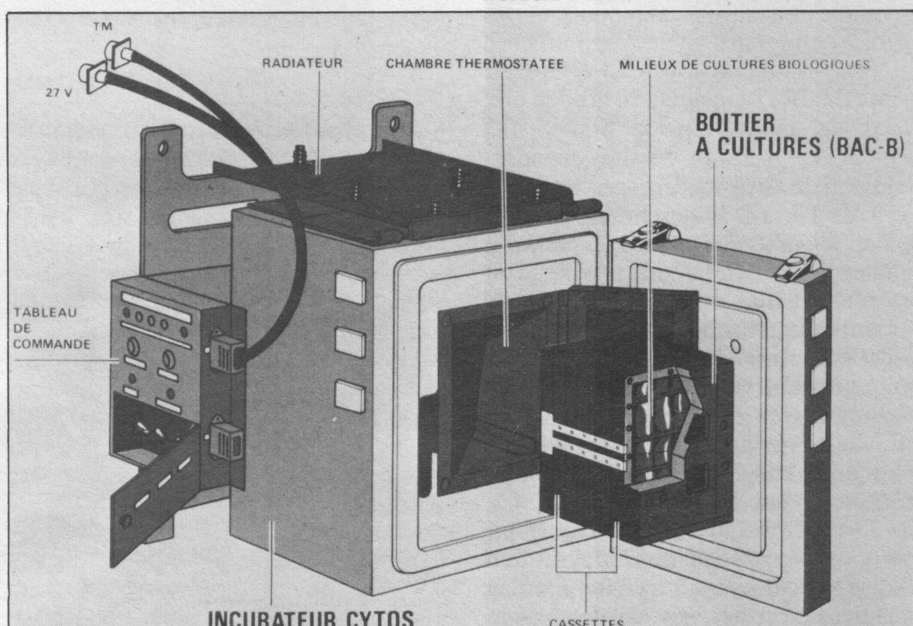
Vluchtleidingscentrum Zarja

Tijdens de vlucht om de Aarde staat het station altijd in kontakt met het vluchtleidingscentrum in Kaliningrad bij Moskou. Aan de rand van dit stadje staat sinds 1974 het zenuwcentrum van de Russische bemande ruimtevaart. In het komplex werken 2000 mensen. De Franse journalisten die het komplex mochten bezoeken, zagen slechts het belangrijkste deel. Veel gebouwen en instituten bleven voor hen onbereikbaar. Rond het hele komplex staat een muur van twee meter hoog. De ingang naar de grote kontrolekamer is niet eens de hoofdingang van het gebouwenkomplex; die ligt tweehonderd meter verder. In de grote zaal, die een balkon voor bezoekers heeft, valt meteen een groot beeldscherm op, waarom heen nog vier kleinere. Voor deze beeldwand, die de toestand van de vlucht op elk moment weergeeft, zitten de vluchtleiders en hun assistenten voor de diverse konsolen. Op de eerste verdieping beschikt het centrum over nog een kleinere kontrolekamer voor de kontakten van Zarja, de aanduiding voor het centrum in het berichtenverkeer met de kosmonauten van de Saljoet, met de Sojoezi en de Progress schepen, die af en aan vliegen. Kommando's naar de komputers aan boord gaan weer uit een andere kamer op deze etage. De voorlaatste kamer op de gang is voor de mensen die psychologische bijstand verlenen aan de ruimtevaarders. Hier worden boodschappen opgesteld en vraaggesprekken met de families gehouden. Ook de favoriete radioprogramma's en muziek worden hier voor de kosmonauten opgenomen en naar het station doorgezonden. Het kontakt tussen Zarja en het station verloopt boven het grondgebied van de Sovjet-Unie via de grondstations Jevpatoria, Tiflis, Djoesali, Kopasjevo, Oelan-Oede, Oessoerisk en Petrokpavlovsk-Kamsjatka. De verbindingen lopen via de Molnya kommunikatiesatellieten.
Uiteraard heeft men ook volgstations buiten het eigen grondgebied nodig. Anders dan de Verenigde Staten kan men daarbij geen gebruik maken van bestaande stations in andere landen. Alleen in Tsjaad, in Afrika, beschikt de Sovjet-Unie over een steunpunt. Voor de rest doet zij het met drijvende volgstations, ofwel daartoe omgebouwde schepen die op de Atlantische en de Stille Oceaan worden gestationeerd.



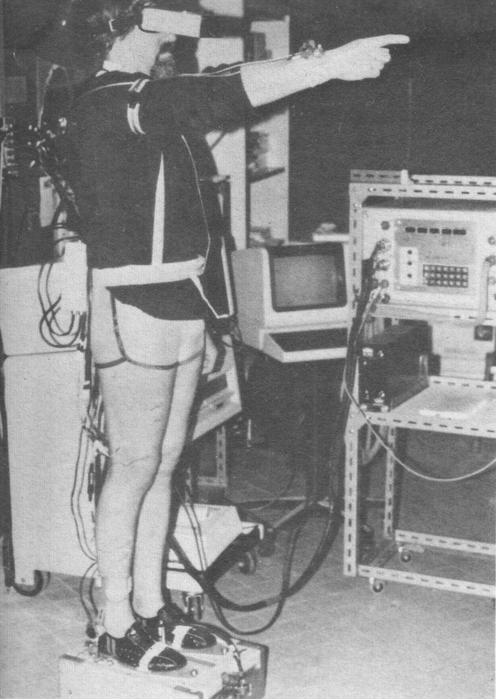
De grote kontrolekamer in het vluchtleidingscentrum bij Kaliningrad. De foto is gemaakt tijdens het aftellen voor de lancering van de Sojoez T-5.

Voor het biologische experiment Cytos 2 werd dit apparaat gebruikt. Daarmee konden de te onderzoeken kultures in precies bekende en regelbare omstandigheden gehouden worden. Foto CNES



Een gedenkplaat aan boord van de Gagarin, ter herinnering aan de Frans-Russische vlucht. Foto Jaap Terweij





Een van de dingen die men met het experiment Posture onderzocht, was de manier waarop mensen in de gewichtloze omstandigheden van de ruimte hun gevoel voor evenwicht bewaren. Het idee is dat de visuele waarnemingen dan van overheersend belang worden. Foto L.N.P. du CNRS

Deze vloot beschikt over ruim tien schepen, waarvan de bekende Komarov, Gagarin en Koroljev de oudere modellen zijn. Sinds twee jaar zijn de nieuwe schepen Volkov, Passajev en Dobrovolski in bedrijf. Verder zijn er nog vele kleine schepen ter assistentie aanwezig.
Begin juli was de Gagarin, het vlaggeschip van de "kosmische" vloot, in Amsterdam op bezoek. Ik heb van de gelegenheid gebruik gemaakt om met enkele mensen aan boord te praten en ik kreeg een rondleiding door het hele schip. Het vaartuig is 236 meter lang, 32 meter breed en tot het topje van de antenne 60 meter hoog. Het heeft zes lagen en meermalen raakte ik de weg kwijt in deze doolhof. Aan boord bevinden zich onder andere een grote filmannex toneelzaal, een groot binnenbad, twee buitenbaden, een grote sportzaal, restaurants en noem maar op wat nodig is om 300 mensen (waaronder 50 vrouwen) bezig te houden tijdens de drie maanden dat het schip op zee is. De thuishaven van de oudere schepen is Odessa; de nieuwere liggen in Leningrad.
Aan boord bevinden zich 150 werkruimten, waarvan de twee kontrolekamers die ik mocht bezoeken, de grootste zijn. De kontrolekamer voor het radiokontakt met de ruimteschepen is de grootste. De andere kamer huisvest het komputercentrum voor de antennes. Er zijn vier schotelantennes aan boord, ieder heeft zijn eigen komputer en het totale systeem wordt bewaakt door een hoofdkomputer. Volledig automatisch worden de antennes gericht en men was er uitermate trots op dat alle apparatuur in beide kamers van eigen makelij was. In de dubbele bodem van het schip bevinden zich de stabilisatoren die ervoor zorgen dat zelfs bij windkracht 7 het schip zijn werk nog kan doen. De belangrijkste mensen aan boord zijn kapitein Grigorjev en wetenschappelijk leider Nikolai Semjonovitsj Sjarkov en zijn eerste assistent Grigori Ivanovits Tkoisjenko, die ik hierbij hartelijk dank zeg voor de genoten ontvangst.

De vlucht

Het negen dagen durende vluchtprogramma aan boord van de Saljoet-7 omvatte negen gezamenlijke experimenten, waarvan een deel alleen door de bezoekende bemanning van de Sojoez T-6 en een deel door alle kosmonauten zou worden uitgevoerd. De Franse experimenten, met een totaal gewicht aan instrumenten van ongeveer 400 kilo, bestonden uit vier hoofdgroepen. Er waren technische experimenten om nieuwe legeringen te fabricieren. Hiervoor werd het vernieuwde oventje Kristal Magma F gebruikt. De ermee uitgevoerde experimenten droegen de benaming Diffusion en Immicible (ofwel Elma 2). Er stonden ook medische experimenten op het programma waarvan de belangrijkste het funktioneren van het hart tot onderwerp hadden. Hiervoor was in de Sovjet-Unie een nieuw pak ontworpen, Pneumatik. De instrumenten die bij het experiment hoorden, DS 1 en DS 2 (voor echografie), bevonden zich in het apparaat Krovotok. Voor onderzoek van het zenuwstelsel, toegespitst op het gedrag daarvan in ogen, oren, handen en voeten, maakte men gebruik van het apparaat Posture. Op het biologische vlak deed men onderzoek aan de celstruktuur onder gewichtloosheid (Cytos 2); ook werd in het apparaat Biobloc 3 de invloed van kosmische straling op levende organismen bestudeerd. Tenslotte werd ook astronomisch onderzoek gedaan. Met de kamera's van de experimenten Piramig en PCN werd de hemel met ultraviolet gevoelige films gefotografeerd.

Na het vertrek van de Sojoez T-6 kosmonauten zijn nog enkele Franse experimenten in bedrijf gebleven; ze zullen door de stambemanning Berezovoi en Lebedev behandeld worden. Een ander Frans experiment, Sirène, kwam pas met de op 10 juli gelanceerde Progress-14 aan boord van het station. Dit experiment is bedoeld voor het meten van röntgenstraling uit de ruimte en het moet daarom buiten de Saljoet werken. Daarvoor moet het achterluik van het station geopend worden en dat kon tijdens de vlucht niet, omdat aan dat luik de Sojoez T-6 gekoppeld zat.
In de Saljoet maakten de kosmonauten lange werkdagen. Ze begonnen hun dagen om 9 uur en gingen pas om 24.05 uur naar bed. In die periode hadden ze, op de drie maaltijden na, veertig minuten vrije tijd. Daardoor maakten ze werkdagen van tien uur.

Het einde van de reis

De bemanning van de Sojoez T-6 bleef langer aan boord van de Saljoet dan enige Interkosmosbemanning tijdens de bezoeken aan de Saljoet-6. Op 2 juli was de dag van de terugkeer. Met de woorden "We hebben goed met elkaar gewerkt, daarom valt het afscheid ons zwaar; tot ziens op Aarde" nam de Sojoez T-6 bemanning afscheid van Berezovoi en Lebedev. In de 125ste omloop om de Aarde koppelde de Sojoez los. Een ronde later werden de remraketten in werking gezet en 20 minuten later dook de kapsule de dichtere lagen van de dampkring binnen. Op 9 kilometer hoogte opende zich de hoofdparachute, waarna een veilige landing op 4 kilometer van het berekende doel volgde. Hefschroefvliegtuigen van de zoek- en reddingsdienst bevonden zich al boven het landingsgebied, toen daar om 16.21 uur de Sojoez T-6 terug kwam op Aarde. De eerste Westeuropeaan was in de ruimte geweest, Jean Loup Chretien.

Gat in Boötes opgevuld

Afgelopen voorjaar meldden vier Amerikaanse astronomen dat ze in het sterrenbeeld Boötes een "gat" ontdekt hadden, dat bestond uit het vrijwel ontbreken van melkwegstelsels op afstanden tussen 400 en 600 miljoen lichtjaar van ons vandaan. De ontdekking kwam zeer onverwacht en de astronomen kondigden dan ook aan met hun metingen aan stelsels in Boötes door te gaan (zie A&K 3/1982, pag.159). Naar aanleiding van de publikatie van de astronomen zijn kollega's van hen ook naar melkwegstelsels in Boötes gaan kijken en twee van hen kwamen al vrij spoedig tot de konklusie dat het gat niet echt bestaat. Zij zochten in de literatuur naar gegevens over vluchtsnelheden (die een maat zijn voor de afstand tot ons) van melkwegstelsels in het betreffende sterrenbeeld, waar zeer veel ver verwijderde melkwegen te vinden zijn. Die gegevens bleken in ruime mate aanwezig te zijn. Op grond van deze gegevens blijken in Boötes voldoende stelsels op afstanden tussen 400 en 600 miljoen lichtjaar aanwezig te zijn om aan het bestaan van een gat grondig te twijfelen. De astronomen die het gat ontdekten, hadden hun aandacht gekoncentreerd op drie gebiedjes in Boötes en toevallig ontbraken in twee van die gebiedjes stelsels op de bewuste afstanden, op één na dan. Overal elders in Boötes zijn wel stelsels op die afstanden aanwezig. Het gat berustte daarom op twee toevallig afwijkende waarnemingen, waaruit geen algemene konklusies getrokken hadden mogen worden. ■

Tanken in de lucht

Pieto van Buysen

Vliegtuigen kunnen geen onbeperkte afstanden afleggen. Het eigen gewicht van het vliegtuig en de lading die men wil meenemen, dikteren het bereik van een toestel. Met name militaire gebruikers van vliegtuigen willen hun toestellen soms extreem lang in de lucht houden of met grote ladingen toch geweldige afstanden overbruggen. Daarvoor is een oplossing gevonden, tanken in de lucht. Deze techniek is in 1923 al eens gebruikt, maar pas na de Tweede Wereldoorlog echt tot ontwikkeling gekomen.

Na de eerste gemotoriseerde vlucht van de gebroeders Wright op 17 december 1903 bij Kitty Hawk in de Amerikaanse staat Virginia, werd het al snel duidelijk dat de vluchtduur niet altijd toereikend was. De één- en tweedekkertjes uit de jaren na 1903 hadden dan ook maar een gering laadvermogen. Hoewel dat met de loop der jaren met rasse schreden omhoog gegaan is, kunnen ook vandaag zeer grote afstanden alleen maar overbrugd worden ten koste van de mee te nemen hoeveelheid lading. Het maximum toelaatbare startgewicht wordt immers bepaald door de som van leeggewicht en nuttige lading. Onder het leeggewicht verstaat men het gewicht van een volledig uitgerust vliegtuig, minus bedrijfsstoffen zoals brandstof en smeerolie. Deze uitzondering is ook wel logisch omdat de mee te nemen hoeveelheid brandstof afhankelijk is van de afstand die men wil overbruggen. In de praktijk kunnen zonder bijtanken heel grote afstanden alleen maar overbrugd worden met een kleine lading, terwijl omgekeerd met een maximale vracht alleen maar korte afstanden binnen het bereik liggen. Dit bezwaar heeft men enkele tientallen jaren geleden voor de zoveelste keer proberen op te heffen door een brandstof in vaste vorm te gaan ontwikkelen. Tijdens het onderzoek werd echter al spoedig duidelijk dat zo'n brandstof uitzonderlijk duur zou gaan worden.

Kernaandrijving

Vóór het idee van de vaste brandstof had men ook al de mogelijkheid onderzocht atoomstraalmotoren als voortstuwingsbron in vliegtuigen te bouwen. Dat idee lag wel voor de hand omdat sedert 1955 ook een onderzeeër op kernenergie in bedrijf was. Rond die tijd hebben verscheidene vliegtuigfabrieken, waaronder Boeing, Convair en Lockheed, zich met het idee bezig gehouden, maar zonder noemenswaardige resultaten. Behalve technische dilemma's zitten er ook meer nadelen dan voordelen aan een kernenergiemotor voor vliegtuigen. Een is wel de toevoeging van een naar verhouding vrij groot extra gewicht, namelijk een loden mantel rond de reaktor die de inzittenden tegen de gamma- en neutronenstraling moet beschermen. Daarnaast zijn de komplikaties bij ongelukken ook erg groot. De aantrekkelijke kant van een atoomvliegtuig is het vrijwel onbeperkte vliegbereik. Uit één kilo uranium-235 kunnen evenveel kalorieën geput worden als uit 2,8 miljoen liter kerosine. Een B-52 zou met die kilo uranium-235 zes keer non-stop rond de Aarde kunnen vliegen, een afstand van ruim 240.000 kilometer.

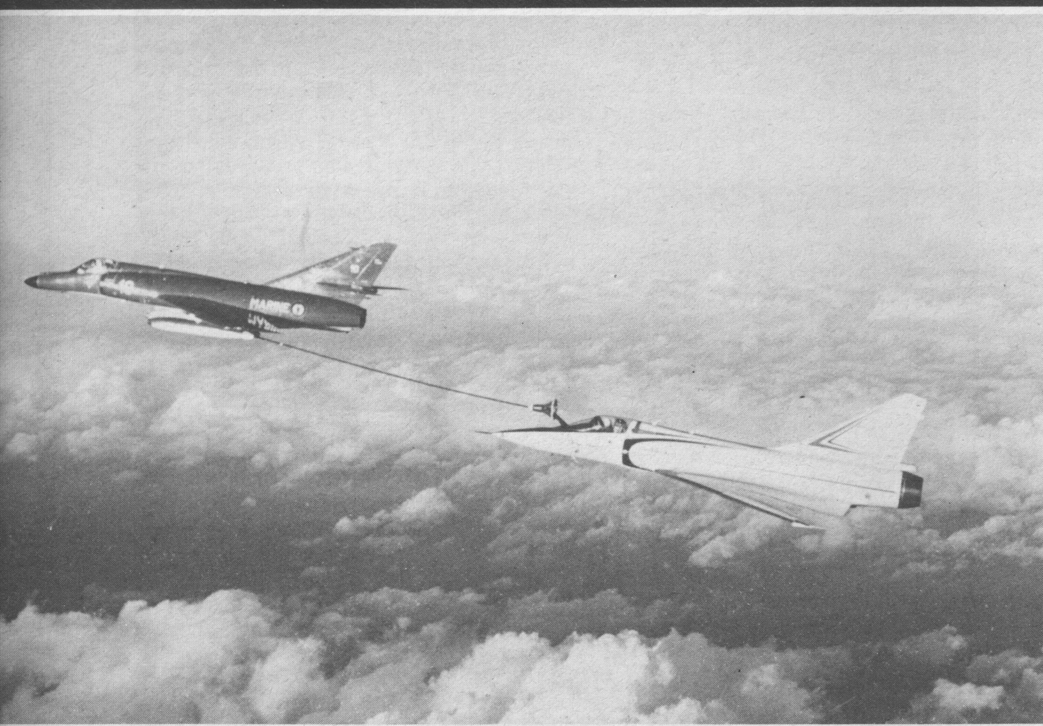
Een eenvoudig rekensommetje leert dat

Ook jagers kunnen als tanker dienst doen door ze gewoon uit te rusten met een gondel voorzien van het sleeptrechter-systeem. Hier voorziet een Dassault Super Etendard een Dassault Mirage 2000 van brandstof. ▼

Een opname gemaakt vanuit de positie van de "boom operator", de man die de tankbuis in de vulopening van het te tanken vliegtuig manoeuvreert. Duidelijk zijn de beide roervlakjes van de tankbuis te onderscheiden. De jager die hier brandstof ontvangt, is een McDonnell Douglas F-4 Phantom II. ▶

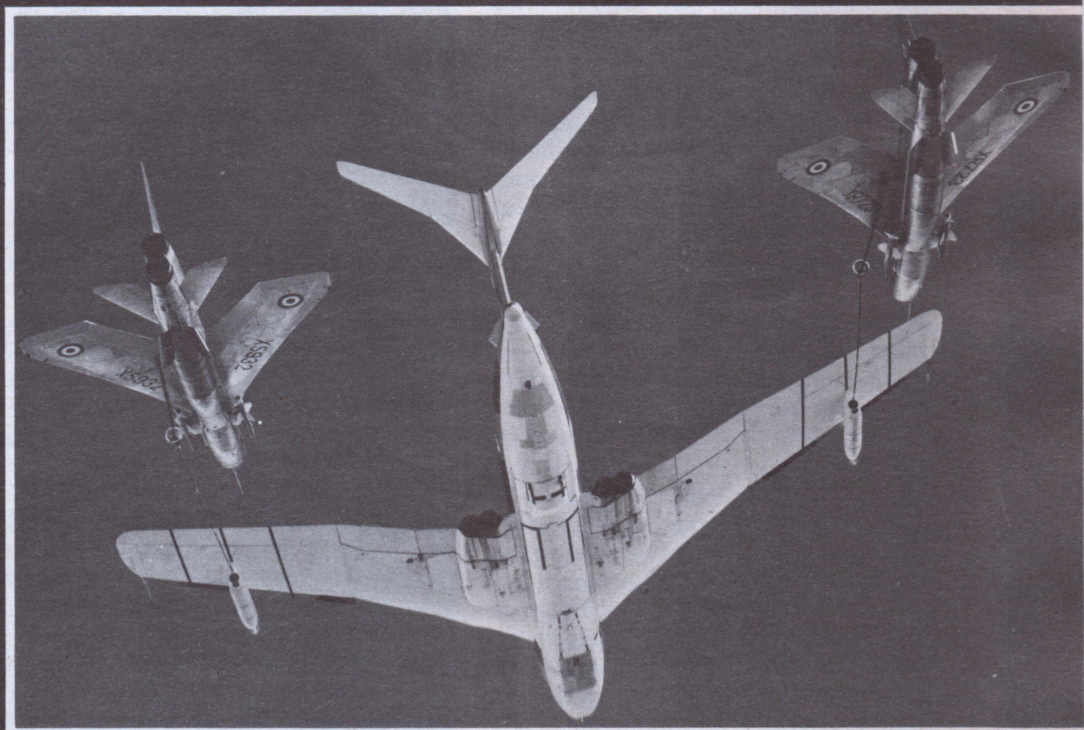
Via het sleeptrechter-systeem worden twee Britse English-Electric Lightning luchtverdedigingsjagers getankt door een tot tanker omgebouwde Handley Page Victor straalbommenwerper. ◀

Momenteel beschikt de Amerikaanse luchtmacht over zes gloednieuwe McDonnell Douglas KC-10A Extender tankvliegtuigen. We zien er hier één waarachter een General Dynamics F-16 hangt, die via de tankbuis ruim 5600 liter kerosine per minuut ontvangt. Ook de Nederlandse F-16's zijn geschikt om in de lucht getankt te worden. ▼

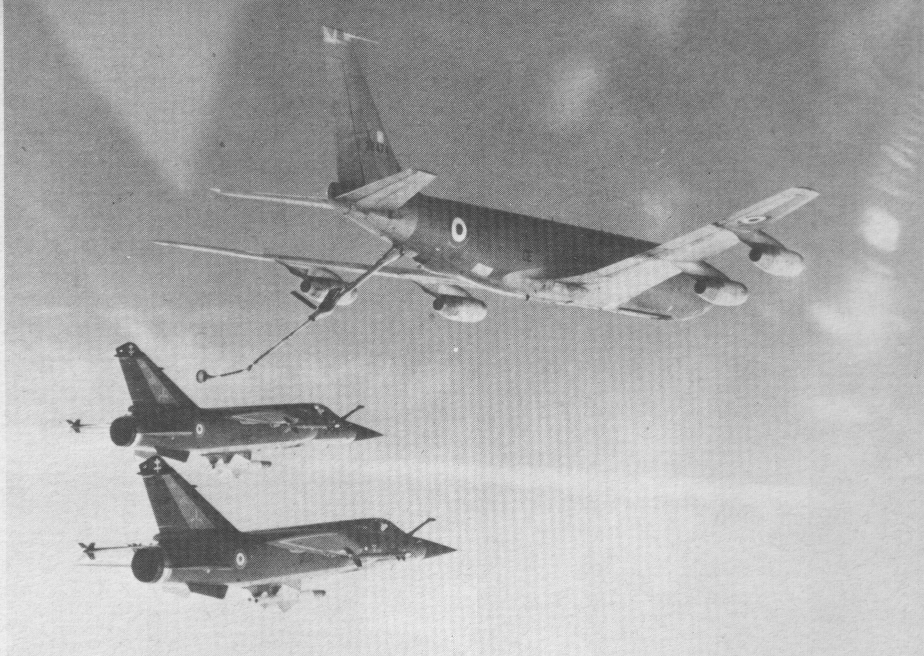








De Fransen vliegen met elf Boeing KC-135F tankvliegtuigen om hun "Force de Frappe", opererend met Dassault Mirage IV atoombommenwerpers, een nagenoeg onbeperkt vliegbereik te verschaffen. Hier hangen achter een KC-135F twee Dassault Mirage F.1 jagers hun dorst te lessen. Het systeem dat hier wordt toegepast, is een kombinatie van de tankbuis en de sleeptrechter.



de B-52 met zijn acht straalmotoren drie maal in de lucht van brandstof voorzien moet worden, wil hij de Aarde non-stop rondvliegen. En daarbij is dan al rekening gehouden met het feit dat het vliegbereik opgevoerd kan worden door het aanbrengen van afwerpbare brandstoftanks. Overigens zijn deze tanks pas op grote schaal ingevoerd sinds de intrede van de straalmotor. Straalmotoren verbruiken veel brandstof en dat hield in dat voor een gelijk trajekt met straalmotoren meer brandstof moest worden meegenomen dan voorheen. De afwerpbare brandstoftank bracht hier gedeeltelijk uitkomst. Men was aan die tank gaan denken, omdat de vleugel van supersone vliegtuigen dunner is dan die van subsone toestellen en daarom ook evenredig minder brandstofinhoud levert. De afwerpbare tank was een gedeeltelijke oplossing omdat door het aanbrengen van die tanks de totale weerstand van het toestel toeneemt en dat zich direkt weerspiegelt in een hoger brandstofverbruik. Bovendien belemmeren deze tanks gevechtsvliegtuigen in hun snelheid en wendbaarheid. Afgezien van deze bezwaren zijn de extra tanks niet altijd groot genoeg omdat bij de militaire toestellen ook nog altijd een bepaald percentage van het maximum startgewicht voor wapens over moet blijven. Voor bijvoorbeeld fotoverkenners speelt dit probleem niet, maar bij bommenwerpers en jachtbommenwerpers ligt de militaire waarde nu juist in de mee te nemen bewapening, dus lading. Als bijzondere eis voor een bommenwerper geldt verder nog dat die zijn last over een grote afstand moet kunnen vervoeren. Deze eisen zijn natuurlijk nooit voor honderd procent in één vliegtuigtype te verwezenlijken. Bij elk nieuw ontwerp moet uiteindelijk een kompromis gevonden worden tussen zaken als snelheid, wendbaarheid, vliegbereik en lading. Door de steeds zwaardere militaire eisen ging het idee van tanken in de lucht steeds meer terrein winnen.

De techniek is in wezen niet nieuw; de geschiedenis ervan gaat terug tot 1923. In dat jaar werd tijdens het vestigen van een nieuw wereld-vliegduurrecord boven Rockwell Field bij San Diego in Californië voor het eerst in de lucht getankt. Ofschoon het sukses tot meer experimenten en verbeteringen leidde, vond het systeem als zodanig nog maar sporadisch toepassing. Dat heeft zich gedurende de Tweede Wereldoorlog meermalen gewroken, omdat belangrijke doelen door het te korte vliegbereik van de toestellen niet effektief bestookt konden worden.

Sleeptrechter-systeem

Om een herhaling daarvan te voorkomen, is men zich na de oorlog in Europa en elders hoe langer hoe meer gaan toeleggen op de procedure van het tanken in de lucht. In Engeland begon de firma Flight Refuelling zich hierin te specialiseren, terwijl in de VS de firma Boeing het tanken in de lucht ter hand ging nemen.

Flight Refuelling had zich vóór de oorlog al geruime tijd verdienstelijk gemaakt op dit gebied. Een voorbeeld is de door twee Britten in 1934 ondernomen vliegtocht van Engeland naar India, waarbij hun Airspeed Courier in de lucht driemaal van brandstof werd voorzien door een Handley Page W.10. Toen was Flight Refuelling nog vrij onbekend, nu geniet het bedrijf een wereldreputatie op het gebied van tankinstallaties voor het tanken in de lucht. Vliegtuigen van diverse luchtmachten, waaronder zelfs die van de VS, maken tegenwoordig gebruik van de "probe" en "drogue"-methode die door het Britse bedrijf is ontwikkeld. Bij dit sleeptrechter-systeem, zoals men dat het best kan noemen, wordt door het tankvliegtuig een op een haspel gerolde slang naar buiten gevierd. De lengte van de slang is afhankelijk van het type installatie 16 of 29 meter. Aan het eind van de slang bevindt zich een trechter. Het te tanken vliegtuig is uitgerust met een tankbuis die vaak naast, in of op de neus van het toestel is aangebracht. Men kan deze spriet ook wel eens in de vleugelneus aantreffen. Het kontakt maken met de tanker wordt door de vlieger van het te tanken vliegtuig zelf gedaan, en wel door gewoon de tankbuis in de trechter te steken. Vanzelfsprekend is hij het ook weer die het kontakt verbreekt wanneer eenmaal voldoende brandstof is overgeheveld of wanneer er tijdens de procedure iets mis dreigt te gaan. Naast dit veilige gevoel biedt de hier toegepaste tankinstallatie nog een ander belangrijk voordeel en wel dat hiermee binnen een half uur ieder vliegtuig tot tanker kan worden omgebouwd. Er bestaat een standaard eenheid die als afwerpbare tank onder elke vleugelhelft wordt gehangen, terwijl daarnaast ook nog een tankinstallatie in het ruim van een bommenwerper kan worden bevestigd. In die kombinatie kunnen dan drie vliegtuigen tegelijk van brandstof worden voorzien. De Handley Page Victor bommenwerpers van de Britse luchtmacht bieden deze mogelijkheid.

Tankbuis-systeem

Naast het Engelse systeem gebruiken de Amerikanen ook nog de zogeheten "flying boom", een stijve metalen buis van ongeveer 7,5 meter lengte die buiten de tanker in opgetrokken stand wordt meegenomen. Aan het einde is die buis voorzien van een teleskopisch gedeelte dat van 1,80 meter lang tot 5,50 meter lengte gebracht kan worden. Bovendien bezit de tankbuis op die plaats ook nog twee roervlakjes, waardoor hij enigszins bestuurbaar is. Terwijl bij het Britse systeem het te tanken toestel de vulmanoeuvre uitvoert, vervult in het Amerikaanse systeem de tanker deze rol. Aan boord van de tanker is iemand die "boom operator" wordt genoemd. In een liggende houding manoeuvreert hij net zolang met de buis totdat hij de pijpmond in de vuldop heeft gestoken. Hiervoor kan hij met de buis tot 30 graden naar beneden en 17 graden zijde-

lings draaien. Hoewel de vlieger van het te tanken vliegtuig geen direkte invloed op het vulproces kan uitoefenen (hij zorgt er wel voor dat de vuldop geopend is en de afstand tussen hem en de tanker zo konstant mogelijk blijft), kan hij wel op ieder moment de verbinding verbreken.

Op deze manier worden niet alleen bommenwerpers, maar ook jagers bijgetankt. Voor de meeste jagers moet aan het eind van de tankbuis een drie meter lange slange met trechter worden gemonteerd. Dat gedeelte is niet intrekbaar, zodat het vrij naar beneden bengelt wanneer de tanker op de grond staat. Deze installatie is dus een kombinatie van het sleeptrechter- en het tankbuis-systeem. De Fransen passen dit toe voor het tanken van hun Mirage en Jaguar gevechtsvliegtuigen.

Tijdens de Falklandoorlog hebben de Britten ondervonden dat zij onder andere een chronisch tekort hadden aan tankvliegtuigen. De oorlog werd op 13.000 kilometer van het thuisland uitgevochten; de dichtstbij zijnde grote luchtmachtbasis lag op het eiland Ascension, nog altijd meer dan 6000 kilometer van de Falklands. Er moesten dus, liefst met zoveel mogelijk wapenlast, enorm lange vluchten gemaakt kunnen worden en daar was onvoldoende materieel voor. Om dat probleem op zo kort mogelijke termijn te ondervangen, werden verscheidene Lockheed C-130H Hercules transportvliegtuigen en Avro Vulcan straalbommenwerpers tot tankers omgebouwd. Deze provisorisch uitgevoerde modifikaties werden in een record tijd van drie weken gerealiseerd. In ons volgend nummer zullen we uitvoerig stilstaan bij de Vickers VC-10 en Super VC-10 transportvliegtuigen waarvan de Britten er momenteel negen tot tanker aan het ombouwen zijn, om daarmee hun bestaande tankvloot aan te vullen. De eerste nieuwe tanker heeft op 22 juni zijn 3,5 uur durende luchtdoop ondergaan.

Rektifikatie

In het artikel "Vliegproeven met de F27 in Spanje" (A&K 7-8/1982) zijn als gevolg van de redaktionele verwerking enkele onduidelijkheden geslopen, die we hier even rechtzetten.

De term start- en draaiprocedures (pagina 442, derde kolom) moet luiden: "start- en rotatieprocedures". Rotatie is in luchtvaarttermen het moment waarop de neus van het vliegtuig van de baan wordt getrokken tijdens de start. Enkele regels verder staat "kritische snelheid". Hiermee wordt de snelheid bedoeld die in de luchtvaart wordt aangeduid met V_1 en waarbij veilig kan worden doorgestart wanneer één motor zou uitvallen. Voor de volledigheid, na V_1 volgt V_R, de snelheid die het toestel nodig heeft voor rotatie. Tenslotte bereikt het vliegtuig de kritische snelheid V_2, de snelheid waarbij veilig en onder een optimale hoek kan worden geklommen.

Onderaan in dezelfde kolom is sprake van kategorie-2 landingen bij een wolkenbasis op 310 meter; dat moet zijn 31 meter. Op pagina 443 tenslotte, derde kolom, wordt de indruk gewekt dat voor de vliegproeven in Torrejon en in Granada hetzelfde vliegtuig is gebruikt. In werkelijkheid werden twee verschillende F27's ingezet.

Nieuwe kommunikatiesatellieten

Experiment satelliettelevisie

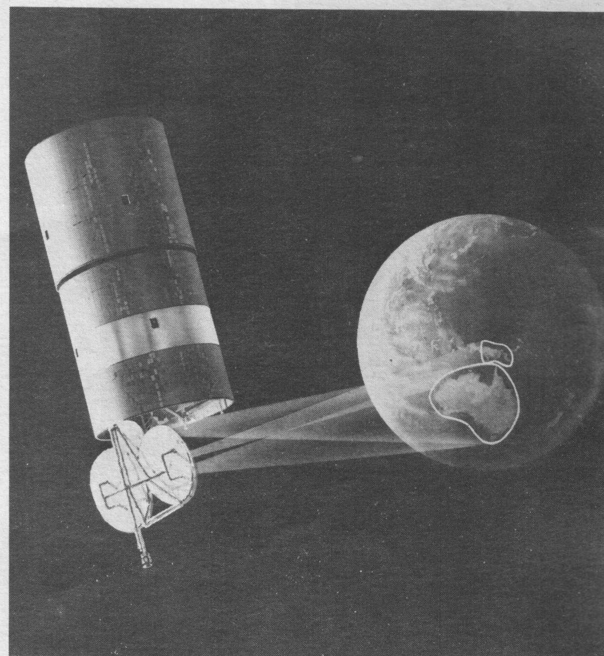
Van 25 tot 31 oktober aanstaande zal een selekt gezelschap in Nederland, mensen van de NOS en andere televisiemakers, via een gesloten circuit naar Europese satelliettelevisie kunnen kijken. In die week loopt het vierde satellietexperiment van de Europese omroeporganisatie (EBU), waarbij avondvullende programma's via de OTS worden uitgezonden. Bij de EBU ziet men dat kommerciële satelliettelevisie er zal komen en daarom is men nu, met het oog op de mogelijkheden die de L-Sat zal bieden, al druk bezig het terrein goed te verkennen. De L-Sat waar Nederland en België aan deelnemen en die in 1986 gelanceerd moet worden, is een ESA-projekt dat niet door alle lidstaten van die organisatie gefinancierd wordt. De wel deelnemende landen kunnen zich er een aardige positie mee verwerven binnen de EBU en die organisatie zit zelf ook graag dicht bij het vuur. Daarom wordt nu al proefondervindelijk uitgezocht hoe een aantrekkelijk Europees programma eruit zou moeten zien.

Kommunikatiesatellieten voor Australië

Australië heeft afgelopen mei een kontrakt getekend met de Amerikaanse firma Hughes Communications International voor de bouw van drie kommunikatiesatellieten. Het systeem dat AUSSAT gaat heten, zal worden beheerd door AUSSAT Proprietary Ltd., een overheidsbedrijf dat speciaal hiervoor is opgericht. De eerste satelliet moet in het midden van 1985 gelanceerd worden. De drie satellieten zullen uiteindelijk in geostationaire posities boven 156, 160 en 164 graden oosterlengte gezet worden en heel Australië, Papoea Nieuw Guinea en eilanden in de wateren rond Australië bestrijken. De kunstmanen zullen echte kommunikatiesatellieten zijn; de verbindingen lopen via centrale stations te land. Behalve tv-uitzendingen verzorgen de satellieten ook de verzending van digitale gegevens, telefoonverbindingen en betere kommunikatie in de lucht- en scheepvaart.

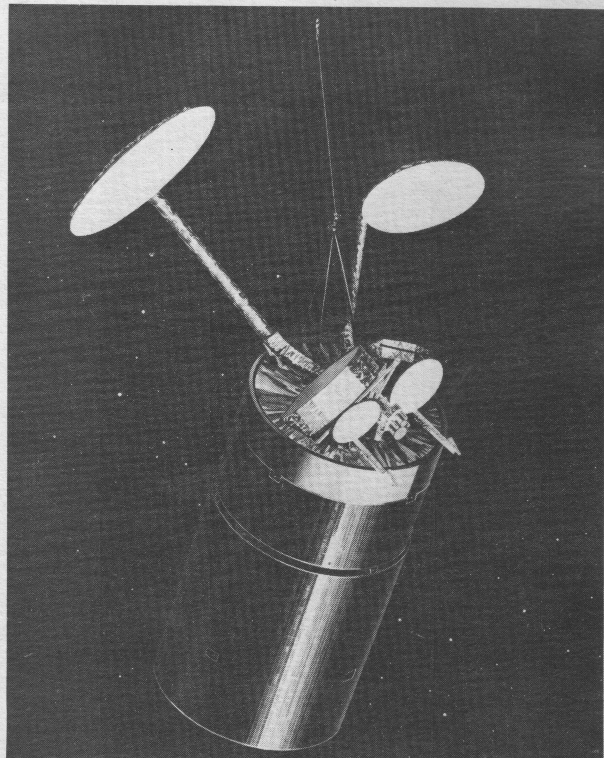
Nieuwe generatie Intelsats

Kommunikatiesatellieten moeten steeds meer kunnen. Dat leidt tot alsmaar groter wordende exemplaren van steeds nieuwere generaties. Een duidelijk voorbeeld daarvan is de INTELSAT VI, die de opvolger gaat worden van de huidige INTELSAT V reeks. Intelsat, de International Telecommunications Satellite organisation, vertegenwoordigt 106 landen en neemt met veertien kunstmanen op dit moment alle internationale tv-verbindingen en ongeveer tweederde van alle internationale telefoonverbindingen voor haar rekening. De INTELSAT VI, waarvan eerder dit jaar het kontrakt voor de bouw van de eerste vijf exemplaren werd getekend, is gebaseerd op de HS 376 van Hughes. Elke nieuwe INTELSAT wordt 11,9 meter hoog, krijgt een diameter van 3,6 meter en gaat 1820 kilo wegen. Hij kan 33.000 telefoonverbindingen verzorgen en heeft vier tv-kanalen en dat is dubbel zo veel als de huidige INTELSAT V. De eerste VI moet in 1986 gelanceerd worden.



De AUSSAT in zijn geostationaire positie. Er komen drie van deze kunstmanen.

De INTELSAT VI. Foto Hughes/BAeDG



Met de aflevering van de eerste AWACS-vliegtuigen aan de NAVO en de overdracht van de Westduitse vliegbasis Geilenkirchen is de opbouw begonnen van de eigen "luchtmacht" van het Atlantisch bondgenootschap. Tot het oprichten van een vliegend waarschuwings- en kontrolesysteem werd in de jaren zeventig besloten. Het operationele deel zal uiteindelijk bestaan uit achttien Boeing E-3A vliegtuigen en elf Britse Nimrod toestellen. De Britten hebben hun aandeel vooral vanwege de werkgelegenheid helemaal in eigen hand gehouden.



Radar-ogen boven Europa

Hans Engelman

Start van een nieuw NAVO-projekt: de eerste E-3A vertrekt voor een proefvlucht van de thuisbasis Geilenkirchen. Let op de registratie op het hoogteroer; alle Europese AWACS-vliegtuigen zijn in Luxemburg geregistreerd.

In januari 1980 werd het speciale NAVO kommando voor de AWACS-operaties opgericht. Van daaruit werden alle programma's opgezet om het internationale AWACS-projekt van de grond te krijgen. De NAVO-politici hadden besloten dat de bemanning van het totale projekt internationaal zou worden samengesteld, zowel op de grond als in de lucht. Omdat het hier om een volledig nieuw systeem ging, moest alles van de grond af worden opgebouwd. Overigens kon men zich spiegelen aan de Amerikaanse ervaringen met de AWACS-operaties en de organisatiestruktuur van andere luchtmachteenheden. Elf van de vijftien NAVO-landen zullen bovendien de bemanningen leveren voor de drie operationele squadrons op Geilenkirchen. De organisatiestruktuur wijkt niet veel af van de gangbare situatie bij de NAVO-luchtmachten, maar moet wel berekend zijn op het werken met een hoogst gekompliceerd en uiterst modern technisch systeem. Bij de personele samenstelling moet op een evenredige verdeling van nationaliteiten gelet worden. Ons land levert twee volledige bemanningen. De chef-staf en tevens plaatsvervangend kommandant van deze NAVO-eenheid is altijd een Nederlander. De kommandant, nu een Westduitser, kan ook een Amerikaan zijn. Zo zijn er meer funkties toegewezen aan verschillende landen. Voor het plaatselijke personeel zijn afspraken gemaakt om werkgelegenheid te scheppen voor Westduitsers en ook Nederlanders. Zo'n sterk internationaal gezelschap geeft op veel terreinen onverwachte problemen. Hoe moet bijvoorbeeld het menu in de restaurants eruit zien? Men wilde voor de verzorging van de inwendige mens een gespecialiseerd cateringbedrijf aanstellen, maar de kosten hiervan waren zo hoog dat besloten werd eigen koks en bedienend personeel aan te trekken. Bovendien bleek het cateringbedrijf ook geen 24 uurs service te kunnen realiseren.

Opleiding bemanningen

In 1980 werd met een kleine groep van 32 mensen begonnen. Inmiddels bestaat het nieuwe onderdeel al uit bijna 1500 personen, waarvan zo'n 700 burgers. In 1985, als de AWACS-eenheid operationeel moeten zijn, zullen er in totaal 2242 mannen en vrouwen werken, waarvan 1376 militairen en 866 burgers. Het Nederlandse militaire aandeel zal dan uit 48 man bestaan, waaronder de twee volledige bemanningen en de ondersteuningsgroep. Elk land heeft zijn eigen ondersteuningsgroep, die de kontakten met de eigen nationale organisatie onderhoudt en hun landgenoten in het NAVO-onderdeel met raad en daad zal bijstaan.
Op dit ogenblik worden bemanningsleden nog getraind in de Verenigde Staten en Groot-Brittannië, maar nu de eerste twee vliegtuigen op Geilenkirchen zijn afgeleverd, zal de opleiding in eigen huis worden verzorgd. Hiervoor zijn ondermeer verscheidene simulatoren opgesteld. Eén vluchtnabootser is er om de cockpitbemanningen te oefenen, waardoor veel minder oefenvluchten hoeven te worden uitgevoerd. Daardoor kan het onvermijdelijke ongerief van motorlawaai en verbruik van dure brandstof worden beperkt. Met behulp van komputerprogramma's kunnen de "mission operators" die in de ruime kabine van de E-3A hun werk voor de beeldschermen moeten doen, oefenen met de uitgebreide mogelijkheden van de elektronische apparatuur aan boord van de AWACS-vliegtuigen.

Een Amerikaanse AWACS op het platform.

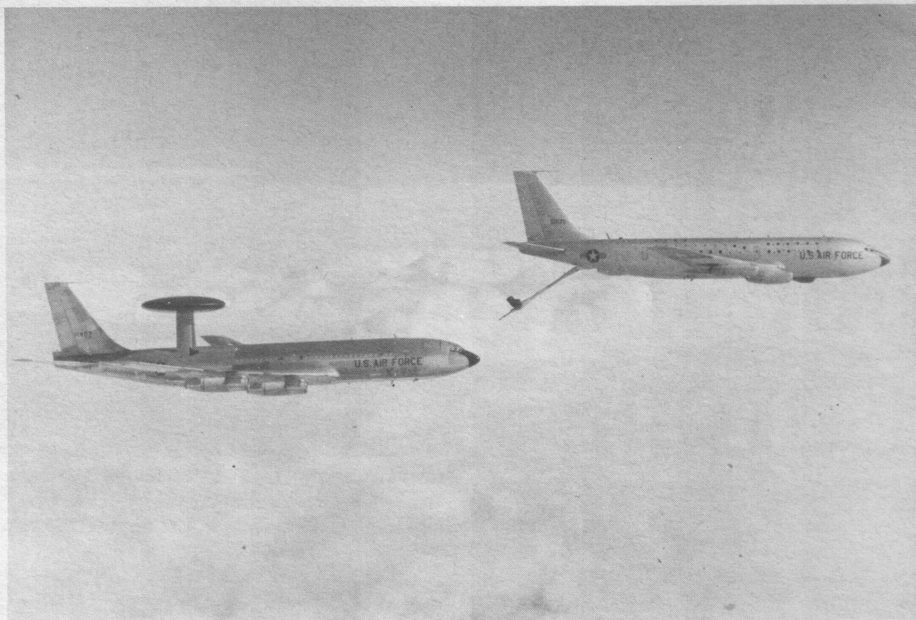


Het totale Europese AWACS-projekt is begroot op 1826 miljoen dollar. Daarin zijn ondermeer begrepen de kosten voor de aanschaf van de achttien vliegtuigen, de vluchtnabootser, reserve-onderdelen, verbetering van de grondradar-installaties van het NADGE-systeem, de faciliteiten op Geilenkirchen en de andere vier vliegbases in Europa van waar de NAVO-toestellen zullen gaan opereren en de administratieve ondersteuning. Eén E-3A kost met reserve-onderdelen 80 miljoen dollar en daarbij wordt uitgegaan van de koers van de dollar in 1977. Inmiddels is die koers aanzienlijk gestegen.

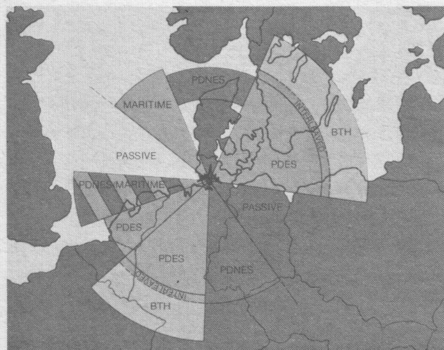
Geilenkirchen thuisbasis

Als thuisbasis voor de AWACS-toestellen is Geilenkirchen gekozen, een zogeheten slapende vliegbasis waar eenheden met Pershing-1 raketten waren gelegerd. Voordien werd het vliegveld gebruikt door de Britse luchtmacht. Buiten de poort vindt men nog een Britse nederzetting met woningen voor de Britse gezinnen. Ook een Amerikaanse legereenheid is nog op Geilenkirchen gestationeerd, maar die zal over anderhalf jaar vertrekken. Om de AWACS-eenheid te kunnen ontvangen, zijn ingrijpende werkzaamheden uitgevoerd. Het banenpatroon en het platform zijn volledig vernieuwd, waarbij gebruik is gemaakt van de bestaande onderlaag van de oude landings-en rolbanen. De brandstofvoorziening voor de achttien

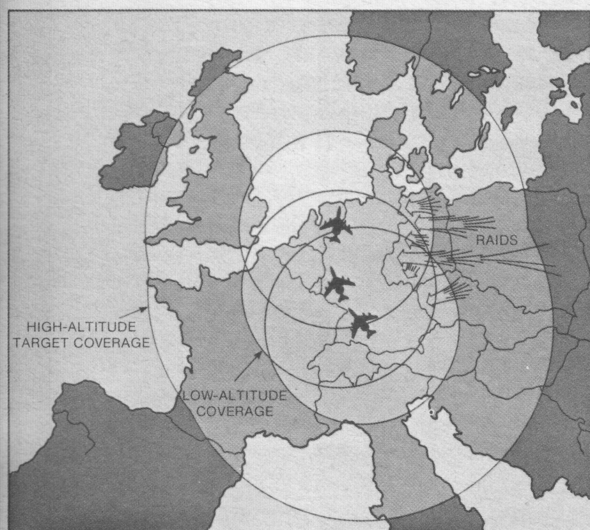
vliegtuigen gaat via een systeem van pijpleidingen naar het platform, waar overal brandstofputten zijn aangebracht. De centrale brandstoftanks zijn aangesloten op de NAVO-pijpleiding die door West-Europa loopt. Om aan specifieke wensen en eisen van het nieuwe onderdeel te kunnen voldoen, moest op Geilenkirchen heel wat worden verbouwd en gebouwd. Legeringsgebouwen werden tot kantoren omgebouwd. Hangars werden uitgebreid. Nieuwe gebouwen waren nodig voor de nabootsers en de komputersystemen, waar allerlei extra voorzieningen voor air conditioning en brandbeveiliging moesten worden aangebracht. Er moest ook



Een Amerikaanse AWACS maakt zich gereed om in de lucht te worden bijgetankt.

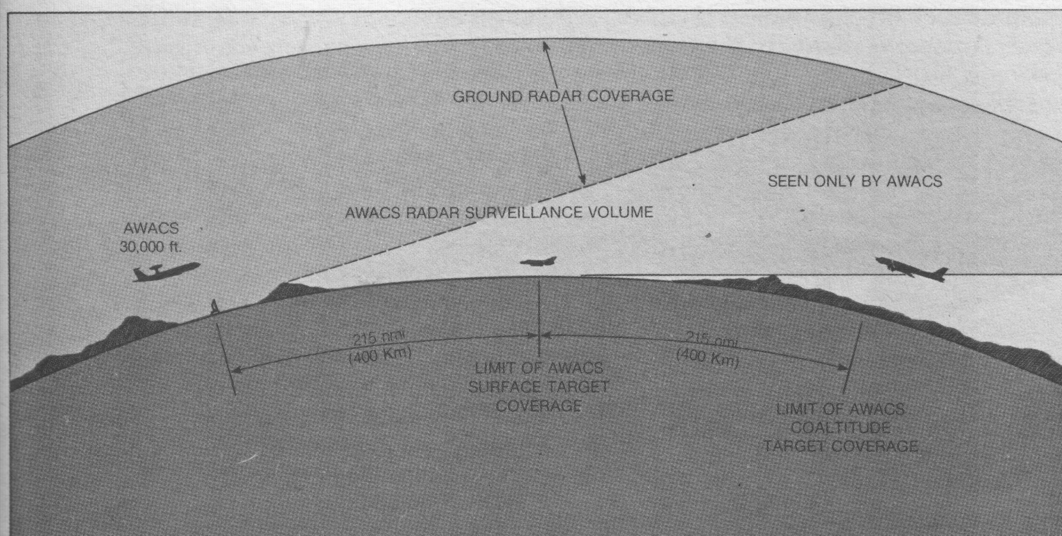


◁ Elke tien sekonden draait de radarkoepel eenmaal rond. Een signaal naar de grond geeft informatie over de snelheid van de AWACS en de afstand tot de grond. Het signaal naar andere vliegtuigen wordt daarmee vergeleken en daaruit leidt de AWACS hoogte, vliegrichting en snelheid van het doelvliegtuig af. Daarbij wordt gebruik gemaakt van het Doppler-effekt dat optreedt in het retoursignaal van die andere vliegtuigen (de frekwentie van het signaal wordt groter bij nadering en kleiner bij verwijdering). Langzaam bewegende dingen zoals schepen, worden geanalyseerd op richting en snelheid door het verschil in plaats te meten na elke scan, dus om de tien sekonden.



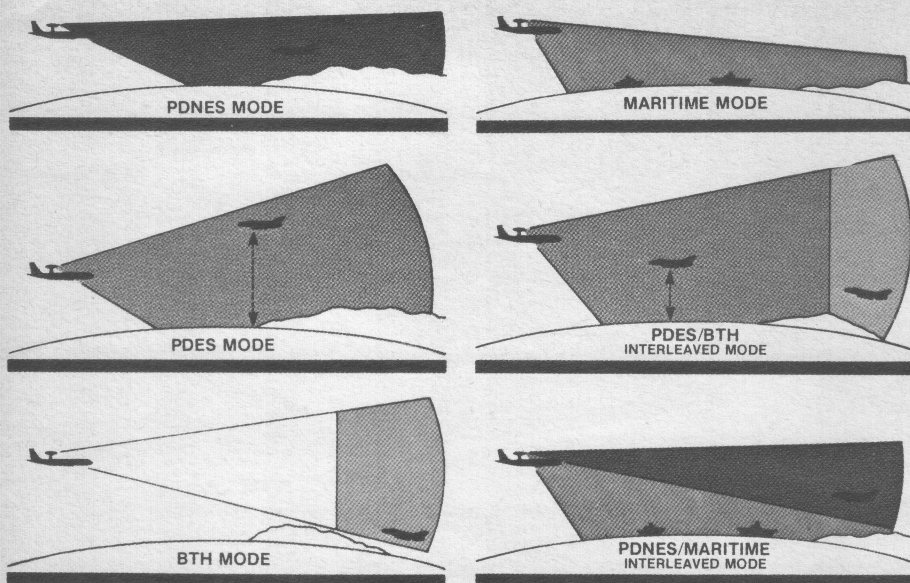
◁ Europa bewaakt door laagvliegende AWACS-toestellen (de kleine cirkels) en hoogvliegende toestellen (de grote cirkels).

Wat de AWACS op een hoogte van 9150 meter vliegend meer kan dan de grondradar is licht aangegeven. De winst is dertig minuten eerder gewaarschuwd zijn dan met de grondradar zou kunnen. ▽



GELUIDHINDER VAN GEILENKIRCHEN

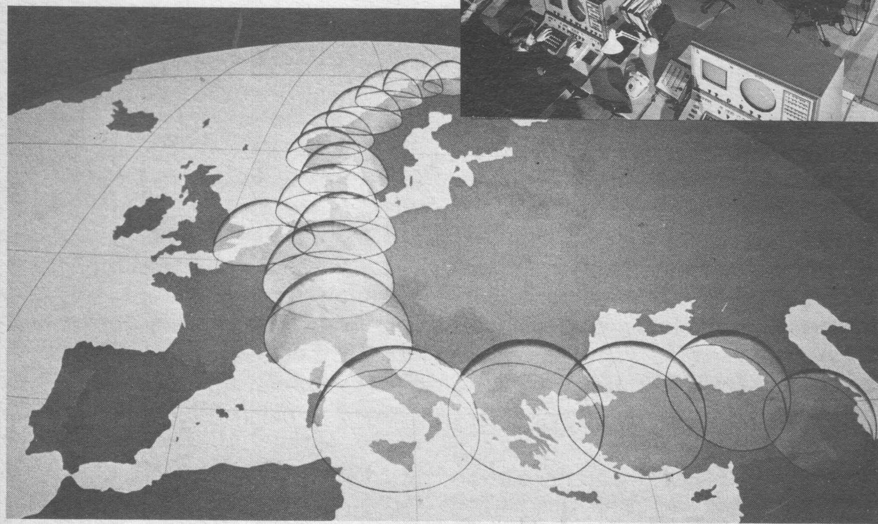
De komst van de AWACS-vliegtuigen op de basis Geilenkirchen, ruim dertien kilometer ten noordoosten van Heerlen, heeft voor de nodige onrust onder de bevolking veroorzaakt, zowel in West-Duitsland als over de Nederlandse grens in het oosten van Zuid-Limburg. Men vreesde dat het afgelopen zou zijn met de landelijke rust in de dorpen die in de buurt van de landingsbaan liggen. De luchtmacht-autoriteiten hebben in samenwerking met de verantwoordelijke instanties in Bonn en Den Haag speciale procedures voor start en landing uitgewerkt, die de geluidoverlast tot een minimum moeten beperken. De vliegroutes leiden tussen de "bedreigde" woongebieden door. Ook worden veel praktische start- en landingsoefeningen op vliegvelden elders in West-Duitsland uitgevoerd. Doordat er een relatief klein aantal vliegtuigen op Geilenkirchen gestationeerd zal zijn, waarvan er voortdurend een aantal voor langere vluchten onderweg is en vanaf de vooruitgeschoven vliegbases zal opereren, verwacht men bij de leiding van het NAVO-onderdeel dat alle problemen voor de omwonenden op den duur zullen meevallen. In ieder geval is de verwachting dat de geluidhinder veel minder erg zal zijn dan de aktiegroepen de laatste jaren hebben voorspeld. Opvallend was overigens dat de eerste AWACS die zich op de nieuwe thuisbasis aandiende, veel bekijks had. Tijdens een vlucht in de omgeving stopte het autoverkeer omdat de bestuurders nieuwsgierig de merkwaardige vogel gade sloegen. Dat veroorzaakte hier en daar zelfs opstoppingen. Anderen moesten vaststellen dat het met het geluidniveau allemaal wel meeviel. Een aktievoerder die op Schiphol was gaan luisteren, kwam tot de konklusie dat vergelijken niet mogelijk was omdat het hem eigenlijk nogal meeviel. Maar ondanks deze eerste reakties zijn er zo nu en dan toch ook klachten. Daarom houdt men in Geilenkirchen de vinger aan de pols en de aan- en uitvliegprocedures onder strenge kontrole.



◁ De AWACS-radar kent een aantal funkties. PDNES: pulse doppler non elevation scan. Met behulp van vooral het Doppler-effekt wordt van een doel richting van beweging en snelheid bepaald.
PDES: pulse doppler elevation scan. Aan het PDNES-signaal wordt een vertikale aftasting toegevoegd om hoogvliegende toestellen op te sporen.
BTH: beyond the horizon. Door op grote hoogte te vliegen kan de AWACS "over de horizon" en over heuvels heen kijken.
Maritime. Een speciale korte puls om schepen te kunnen vinden zonder last te hebben van het door het wateroppervlak teruggekaatste en verstrooide signaal.
PDES/BTH. Twee funkties die tegelijk kunnen worden uitgevoerd boven zee.
PDNES/Maritime. Vliegtuigen vinden met een puls doppler signaal en tegelijk schepen in de gaten houden met de zeer korte strooingsvrije puls.
Passive. Niets doen; de radarantenne zendt niet uit, maar ontvangt wel de signalen van de door de vijand uitgezonden elektronische tegenmaatregelen. Die worden dan zichtbaar gemaakt op het beeldscherm.

NADGE, HET NAVO-RADARSYSTEEM OP DE GROND

Na een voorbereidingstijd van tien jaar werd in 1973 het NAVO-radarsysteem NADGE in gebruik genomen. Een ononderbroken keten van in totaal 84 radarstations in negen landen moest de barrière vormen tegen indringende vliegtuigen. Van Noorwegen tot in Turkije speurden 24 uur per etmaal de gigantische antennes de lucht af om vriend en vijand te kunnen onderscheiden. De stoot voor dit luchtverdedigingssysteem werd al aan het eind van de jaren '50 gegeven. De snelle ontwikkelingen in de luchtvaart -de komst van supersonische vliegtuigen- maakten volgens de NAVO-top een modern en snelwerkend opsporingssysteem noodzakelijk. Toen werd nog uit gegaan van vooral hoogvliegende bommenwerpers. De NAVO-militairen zagen de gaten in de bestaande Europese luchtverdedigingssystemen, die vooral op nationale leest waren geschoeid en met de hand werden bediend. Te traag, te verouderd, konkludeerde men toen in Brussel. En dat leidde na veel onderzoek en onderhandelen tot het NATO Air Defence Ground Environment (NADGE)-systeem, waarin ons land voor 3,83% financieel bijdroeg. Nu moet het NADGE in West-Europa verder worden aangepast om samen met het nieuwe AWACS-systeem effektief te kunnen opereren. De totale kosten voor deze aanpassing zullen 182 miljoen dollar kosten. In ons land zal het "radarstation" Nieuw Milligen geschikt worden gemaakt voor de AWACS-samenwerking. Het gevechtleidingscentrum op de Veluwe zal nieuwe beeldscherminstallaties krijgen en de kommunikatie- en komputerapparatuur zal worden verbeterd en uitgebreid. De AWACS zal aan de NADGE een nieuwe dimensie geven, die ondanks de driedimensionale radars toch aan het na tien jaar al weer verouderde systeem ontbrak.



Het NADGE-kontrolecentrum.

Het NADGE-radarscherm langs de oost-west grens.

ruimte komen voor de opslag van onderdelen voor de vliegtuigen en de speciale elektronische waarnemings- en kommunikatie-apparatuur. Van de 175 bestaande gebouwen werden er 82 verbeterd of verbouwd en werden 26 nieuw gebouwd.

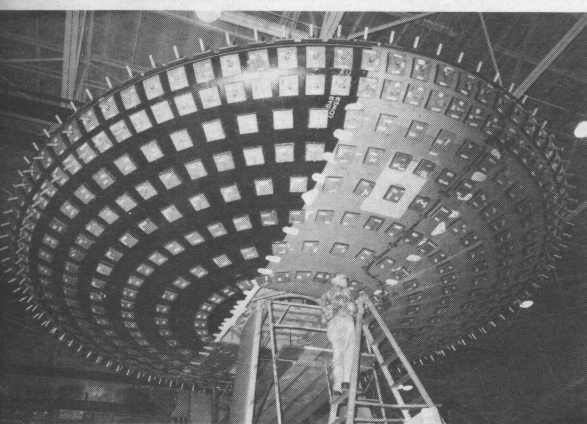
Sinds begin van dit jaar is Geilenkirchen weer een van aktiviteiten gonzende vliegbasis waar men nog niet is uitgebouwd en uitgeschilderd voor het aanbrengen van het sombere NAVO-groen. Uit het "vorige leven" van de basis resteren nog een zwembad, sportterreinen, sporthallen en een theater. De vooral Westduitse, lagere militairen van de ondersteuning wonen intern. Het AWACS-personeel heeft, met gezinnen, een huis in de omgeving gezocht. Behalve de hogere militaire funktionarissen zijn er ook zogenoemde NAVO-burgers. Dat zijn vaak gepecialiseerde militairen die de dienst hebben verruild voor een burgerpositie of specialisten die uit de industrie afkomstig zijn. Zij maken geen deel uit van de operationele militaire bemanningen, maar vliegen uitsluitend mee tijdens beproevingsvluchten van de elektronische apparatuur. Uit ons land hebben 97 mensen een aanstelling als NAVO-burger. Daarnaast werken er nu 51 mensen uit de omgeving, die zijn aangetrokken voor allerlei uiteenlopende werkzaamheden op de basis.

Op weg naar operationeel stadium

In de komende vier jaar moet alle achttien E-3A's zijn afgeleverd. Dit jaar zullen er nog twee vliegtuigen bij komen, in 1983 vijf, in 1984 zes en in 1985 de laatste drie. Dan zullen de drie squadron volledig operationeel moeten zijn. Sommige leden van het internationale

Antenna Ancillary Equipment
Surveillance Radar Antenna
TADIL C & IFF Antennas
Radar Receiver & Signal Processor
Radar Maintenance Station
Duty Officer Station (TAC)
Display Consoles
Computer Operator Console
Data Processor Functional Group
Communications
Spare Survival Equipment
Rest Area
Navigation and Identification
Communications
Auxiliary Power Unit
Radar Transmitter
Bailout Jettison Mechanism
DC Power
Communication Consoles (One Unmanned TAC)
Power Distribution
Bailout Chute
Flight Essential Avionics
Communications

Dit zit er in een AWACS-toestel.



◁ De grote radar-antenneschotel tijdens de beproevingen in de Boeing-fabriek.



△ Overzicht van de negen bedieningspanelen in de AWACS.



De Europese AWACS-vliegtuigen komen na aflevering uit Amerika eerst bij Dornier in München terecht, waar ze verder worden ingericht, voordat ze uiteindelijk naar Geilenkirchen worden overgevlogen.

gezelschap hebben daarover echter hun twijfels. Vooral de taal blijkt een struikelblok te zijn tijdens de geïntegreerde werkzaamheden van de internationaal samengestelde bemanningen. Allerlei begrippen leiden tot verwarring omdat de betekenis in sommige landen sterk schijnt te verschillen. Bovendien vraagt de uiterst moderne en gekompliceerde apparatuur een groot aanpassingsvermogen van de bedieners. De leden van de "mission crew", die in de kabine van de E-3A voor de beeldschermen zit, kunnen maar moeilijk wennen aan de elektronisch geprojekteerde beelden die geen direkt radarbeeld geven, zoals veel gevechtsleiders gewend zijn, maar een door de komputer vertaald beeld. De aanpassing aan die nieuwe situatie is moeilijker dan de meeste betrokkenen hadden verwacht en dat werkt vertragend, aldus enkele "operators". Hoewel de landen komplete bemanningen hebben geleverd, zowel voor de cockpit als voor de kabine, wordt uitsluitend "gemengd" opgetreden. Per vlucht wordt een bemanning samengesteld uit het beschikbare internationale personeel; afhankelijk van de opdracht die moet worden uitgevoerd, bestaat de bemanning uit maximaal 17 man.

Daarvan zitten in de cockpit twee vliegers, een navigator en een boordwerktuigkundige, en in de kabine dertien personen. Naast de gevechtsleiders zijn er ook technici voor de radar, de komputer en de kommunikatiesystemen in het team opgenomen om eventuele storingen direkt te kunnen verhelpen.

De reikwijdte van de grote radarschotel op de rug van het vliegtuig, die in tien sekonden ronddraait, is rond 500 kilometer, een gegeven waar officieel niemand over wil praten omdat dit "geheime" informatie is. Maar vliegend op ruime afstand van de grens tussen West- en Oost-Europa kan ver in het gebied van de tegenstander gekeken worden. De radarschotel is het meest markante onderdeel aan het uiterlijk van de blauwgrijze wachters in de lucht, dit in tegenstelling tot de Britse Nimrods die de radar aan de neus en staart hebben (zie het artikel over de Nimrods in dit nummer). Ook het interieur van Nimrods en AWACS-toestellen verschilt. De Britten hebben hun "operators" in de lengterichting van het vliegtuig, naast elkaar, opgesteld. In de AWACS zitten ze drie-aan-drie tegenover elkaar. De drie technici hebben bovendien ieder een eigen konsole met kontrole-apparatuur.

De AWACS-vliegtuigen zullen behalve van de thuisbasis Geilenkirchen, ook gaan opereren vanuit vooruitgeschoven posities in het NAVO-gebied, vliegbases in Turkije, Griekenland, Italië en Noorwegen die hiervoor in 1984 geschikt gemaakt zullen zijn. De gemiddelde duur van elke vlucht zal ongeveer

acht uur zijn. Met de voorbereidingstijd vóór het vertrek en de afwerking na afloop van de vlucht betekent dit dat elke bemanning 14 tot 16 uur in touw is voor elke vlucht.
De Europese AWACS-toestellen hebben mogelijkheden voor bijtanken gedurende de vlucht, maar de Europese planing voorziet daar vooralsnog niet in. Vliegers die praktijkervaring hebben, zullen na enige jaren toch weer opnieuw getraind moeten worden voor de speciale techniek en vaardigheden, die noodzakelijk zijn om het bijtanken in de lucht zonder ongelukken te kunnen uitvoeren.
De enorme radarschotel, drie-en-eenhalve meter boven de romp van het vliegtuig, heeft ook invloed op de vliegeigenschappen van de AWACS. In de vluchtnabootser kunnen de bemanningen hiermee volkomen vertrouwd worden gemaakt. Deze in Canada gebouwde cockpit-op-poten geeft bovendien mogelijkheden om allerlei weertypes uit het nogal wisselvallige en sterk verschillende Europese klimaatgebied te simuleren. Ook hier helpen de komputers een niet gering handje, zelfs voor het uitzicht naar buiten bij licht en donker. Heuvels, gebouwen, torens, weilanden met vee, en zelfs het rijdende wegverkeer kan zichtbaar gemaakt worden om de vliegers te helpen vertrouwd te raken met start- en landingsprocedures op vliegvelden. Ook kan zo geoefend worden met noodprocedures, als er systemen uitvallen, motoren weigeren en allerlei hinderlijke weersomstandigheden optreden zoals mist en sterke wind.

Werking van de AWACS

De E-3A is gebaseerd op de Boeing 707, het suksesvolle passagiersvliegtuig van de fabrikant in Seattle. Alleen, er zijn geen ramen aan weerszijden in de romp. Ze zijn niet noodzakelijk en daarom bij de produktie weggelaten omdat het kostenbesparend werkt maar bovendien ook een extra bescherming tegen de EMP biedt (zie Aarde & Kosmos 12/1981 en 2/1982).
De draaiende radarschotel heeft een doorsnede van 9,1 meter en is 1,8 meter dik, zodat een technikus rechtop kan staan bij onderhoud of reparatie van apparatuur die zich in het hart ervan bevindt. De AWACS is een vliegend opsporings-, kommando- en kommunikatieplatform. Men kan kijken wat er gebeurt en vanuit deze waarnemingspost de grondstations informeren. Het is de bedoeling dat de 41 grondradarposten (de NADGE sites) van de NAVO in de komende jaren zullen worden aangepast om de met AWACS verkregen informatie te kunnen opvangen en verwerken. Vanuit AWACS kunnen waarschuwingen naar vliegbases uitgaan en jagers naar het doel geleid worden. Vreemde kommunikatie kan onderschept worden en laagvliegende vliegtuigen, die door de radarposten op de grond niet (kunnen) worden gezien, opgespoord. Via de komputerprogramma's kan een beeld van het gebied waar overheen gevlogen wordt, op de schermen worden geprojekteerd. Met een druk op de knop kan een deel van dit gebied tot zes maal toe vergroot worden, zodat een gedetailleerde indruk van alle bewegingen in de direkte omgeving kan worden verkregen. Met een draaibare bol in het bedieningspaneel is het mogelijk de positie van de AWACS op de geprojekteerde kaart aan te geven. Maar deze indikator kan ook gebruikt worden om van een ongeïdentificeerd vliegtuig snelheid, hoogte en koers te bepalen met behulp van een van de vele komputers aan boord.
Het belangrijkste uitgangspunt van het AWACS-systeem is flexibiliteit, gepaard aan de mogelijkheid te overleven. Het grondradarsysteem is door zijn vaste positie zeer kwetsbaar. Door een modern radarsysteem in een vliegtuig onder te brengen, is de kwetsbaarheid aanzienlijk verlaagd en zijn de overlevingskansen verhoogd, waardoor het systeem in tijden van gewapende konflikten, maar ook bij internationale spanningen kommandanten van alle noodzakelijke informatie kan voorzien over de ontwikkelingen in het luchtruim of op zee.
De nieuwe AWACS-vliegtuigen voor de NAVO zijn verbeterde versies van het oorspronkelijke AWACS-koncept. Ook 27 vliegtuigen uit de Amerikaanse AWACS-vloot zullen volgens de nieuwe USAF/NAVO standaard worden verbouwd. Een van de belangrijke verbeteringen geeft de bemanning de mogelijkheid schepen op zee te volgen. Verder zijn komputers verbeterd, waardoor de verwerkingssnelheid kon worden opgevoerd en de kapaciteit voor gegevens in het geheugen vergroot en het kommunikatiesysteem uitgebreid. Boeing werkt nog aan de ontwikkeling van een nieuwe antenne, die betere prestaties zal leveren.
De bedieners van de radarschermen krijgen op tweederde van hun scherm het grafische beeld van de omgeving en daarin bijvoorbeeld alle vliegverkeer. Op de onderste eenderde van het scherm kan in tekst alle gewenste informatie worden opgevraagd. Een grote IBM komputer zorgt voor de verwerking van alle opgevangen gegevens, waarbij elke operator op basis van de uit te voeren vlucht de voor hem noodzakelijke gegevens kan opvragen door simpele drukken op een toetsenbord.
Drie NAVO AWACS-vliegtuigen kunnen samen Centraal-Europa tot in het gebied van het Warschau Pakt onder radarkontrole houden. Met eveneens drie vliegtuigen kan het noordelijke zeegebied, van Engeland en IJsland tot aan de Baltische kust, "in beeld" gebracht worden.


Een van de negen bedieningspanelen aan boord van de AWACS. Op het scherm is een blinde kaart van Europa te zien. De panelen kunnen voor verschillende taken worden gebruikt, zoals opsporing, wapengeleiding en andere kommando- en kontroletaken.


Waakzaamheid volgens keuze. Het grote toetsenbord helemaal rechts, aangeduid met "Function select", biedt de mogelijkheid uit een reeks van waarnemingsmethoden te kiezen. Dat gebeurt door eenvoudig het paneeltje uit te wisselen. Speciale "slots" in de rug van dat paneel schakelen het nieuw gekozen programma in.

Praktijkproeven

Inmiddels zijn ook proeven genomen bij reddingsoperaties. Amerikaanse AWACS-toestellen spoorden verongelukte vliegtuigen op en zorgden voor een radioverbinding met alle betrokken reddingsdiensten. Vanuit de AWACS konden helikopters naar de plaats van het ongeluk worden geleid. Voor de kommunikatie met allerlei posten in de operatie, op de grond, op het water en

in de lucht, fungeerde het vliegtuig als een straalzender.
De kontrole-apparatuur voor de radar-, komputer- en kommunikatietechnici bestaat uit een speciaal ontwikkeld komputerprogramma dat voortdurend via allerlei "aftasters" de funkties en werking van alle systemen aan boord kontroleert. Daarnaast heeft de AWACS een grote hoeveelheid reserveonderdelen bij zich om storingen die de technici van hun kontrolepaneel kunnen aflezen, onmiddellijk te kunnen verhelpen.
Om de werking van het AWACS-systeem te beproeven werden in bijna anderhalf jaar tijd met vier E-3A's ruim 1800 vlieguren gemaakt tijdens meer dan 450 vluchten. Hierbij werden alle mogelijke toepassingen van de komplexe systemen aan boord getest. Bovendien werd na deze testvluchten, die in 1975 begonnen, het praktisch gebruik beproefd tijdens enkele grote Amerikaanse oefeningen.

BOEING E-3A SENTRY

Funktie: vliegend systeem voor opsporing, bewaking, kommando en kommunikatie. De letters AWACS staan voor Airborne Warning And Communication System
lengte: 46,63 meter
hoogte: 12,80 meter
spanwijdte: 44,45 meter
snelheid: ruim 800 km/uur
brandstofkapaciteit: 89.610 l
max. startgewicht: 147.420 kg
operatie-plafond: 9150 meter
bemanning: cockpit,3; kabine,13
motoren: 4TF-33 Pratt & Whitney 100-100A turbofan motoren; voor de AWACS zijn zwaardere motoren gekozen dan voor de Boeing 707 civiele vliegtuigen
radar-kapaciteit: op een hoogte van 9150 meter kan met de rondzoek-radar een gebied van 312.000 km^2 bestreken worden.
De E-3A is niet voorzien van wapens en wordt dan ook als een verdedigend systeem beschouwd.

AANVAL OP GEILENKIRCHEN

Welke risiko's loopt de vliegbasis (en zijn omgeving) die zo'n belangrijke schakel in het verdedigingssysteem van de NAVO is geworden, in krisissituaties? Men is daarover nogal optimistisch. "We zijn altijd de eersten die zien dat er iets staat te gebeuren" zegt men bij de staf van het AWACS-onderdeel. "En dan is er tijd genoeg om ons te verspreiden." De indrukwekkende technische faciliteiten op Geilenkirchen zijn vooral opgezet voor de vredesoperatie, de opleiding. In oorlogsomstandigheden kan zo nodig worden teruggevallen op het "achterland" en daarbij zal zeker gedacht zijn aan de Amerikaanse AWACS. Wanneer een aanval dreigt, kiezen alle toestellen onmiddellijk het luchtruim en kunnen dan "elders" terecht, een leeg Geilenkirchen achterlatend. Of dat als aanvalsdoel dan nog zo interessant is, wordt dus sterk betwijfeld.

De AWACS in Europa

De eerste AWACS werd in het voorjaar van 1977 afgeleverd aan de Amerikaanse luchtmacht op de Tinker Air Force Base, waar de eerste Europese bemanningen ook hun opleiding hebben gekregen. In Europa werd in 1978 het licht op groen gezet voor het Europese AWACS-programma. In september 1980 werden de kontrakten getekend, maar de deelnemende landen verlangden wel een belangrijke kompensatie. Voor veel elektronische apparatuur is dan ook de Europese industrie ingeschakeld. De door Boeing afgeleverde toestellen worden bij Dornier in München verder ingericht, voordat definitieve aflevering aan de NAVO en de basis Geilenkirchen plaats vindt.
Met het intensieve luchtverkeer in het Europese luchtruim, zowel civiel als militair, is het belangrijk "onderscheid" te kunnen maken tijdens de vredesbewaking. In konfliktsituaties geldt dit nog nadrukkelijker voor de herkenning van vriend of vijand. Dankzij kodesignalen die de eigen vliegtuigen uitzenden, "herkent" de komputer in de E-3A de radarstip van de eigen vliegtuigen. Ontbreekt die indikatie op het radarscherm, dan zal men te doen kunnen hebben met een vijandelijk vliegtuig. Eigen gevechtsvliegtuigen kunnen worden gewaarschuwd en weer met behulp van de AWACS naar het vreemde doel worden geleid, en zo nodig kan de gevechtsleiding ook vanuit het radarvliegtuig verder worden gekoördineerd.
De AWACS kan eigenlijk over de horizon heen gluren. Verontrustende vliegbewegingen, abnormale verkeerskoncentraties op de grond en vlootverplaatsingen kunnen in een vroeg stadium met de rondzoekende radar worden opgemerkt. Allerlei informatie die is opgevangen, wordt door de komputers geanalyseerd en de konklusies kunnen aan de kommandocentrales worden doorgegeven.
De eerste "klanten" van AWACS in Europa zijn SHAPE, het geallieerde opperbevel van de Europese strijdkrachten, en de kommandanten van de geallieerde hoofdkwartieren voor het Atlantisch gebied en het Kanaal (SACLANT en CINCCHAN), die de informatie direkt kunnen dirigeren naar hun operationele kommandanten in het veld of bij de vlooteenheden. AWACS kan ook rechtstreeks onderdeelskommandanten informeren over de bevindingen.
De grote rondzoek-radar kan gelijktijdig voor verschillende opdrachten en funkties worden geprogrammeerd, zodat uitsluitend de noodzakelijke gegevens worden verzameld. Het kunnen "afsluiten" van de radarzender in bepaalde sektoren is bovendien een bescherming als de tegenpartij intensief ECM (electronic counter measures: elektronische tegenmaatregelen) gebruikt. Met het wel in werking gehouden ontvangstsysteem kunnen eventuele ECM-akties toch op de beeldschermen worden waargenomen zonder dat het eigen radarsignaal wordt gestoord. Het uitgezonden antennesignaal bepaalt de gegevens die worden vergaard. Het uiterst moderne systeem geeft bovendien gelegenheid om kombinaties van de uiteenlopende radarmogelijkheden te maken. Op de schermen kunnen de bedienende manschappen hun eigen keuze maken door bepaalde doelen er extra uit te lichten en andere niet van belang zijnde informatie van het scherm te verwijderen. Nog andere gegevens kunnen naar de achtergrond worden verplaatst door het beeld op het scherm te verzwakken.
Frankrijk dat niet meedoet in het AWACS-projekt van de NAVO is zelf met intensieve studies begonnen voor een mogelijk eigen systeem, waarbij ook de NAVO-ervaringen zullen worden betrokken. Deskundigen verwachten dat de Fransen op den duur voor hetzelfde systeem zullen kiezen als de andere NAVO-landen al hebben gedaan, de Boeing E-3A "Sentry".

Ongeluk door windstoot

In het vorige nummer van A&K hebben we gemeld dat bij de Amerikaanse stad Denver een onderzoek gestart was naar het optreden van plotselinge heftige windstoten rond wolken. Dat projekt, het JAWS-programma, werd op 9 juli opeens uiterst aktueel toen bij New Orleans een passagiersvliegtuig neerstortte, waarbij 153 doden vielen. Er zijn aanwijzingen dat het vliegtuig in aanraking kwam met een type windstoot dat in het JAWS-programma wordt bestudeerd. Dr. Theodore Fujita, een van de JAWS-onderzoekers, heeft intussen via radarwaarnemingen aangetoond dat dreigend uitziende buienwolken soms helemaal geen windstoten oproepen, terwijl ze wel kunnen voorkomen rond onschuldig ogende wolken. De menselijke beoordeling schiet dan soms tekort. De windstoten, die vliegtuigen plotseling sterk afremmen, duren twee tot tien minuten en zijn beperkt tot een gebied van hooguit vier kilometer in middellijn. Zo'n windstootgebied kan daarom in zijn geheel boven één vliegveld gekoncentreerd zijn. Dat betekent dat één vliegtuig een rustige lucht kan treffen, terwijl een toestel dat enkele minuten later volgt, plotseling met windstoten te maken kan krijgen en dat zonder enige waarschuwing. ■

Sovjet-Unie test nieuw spionagevliegtuig

Dick van der Aart

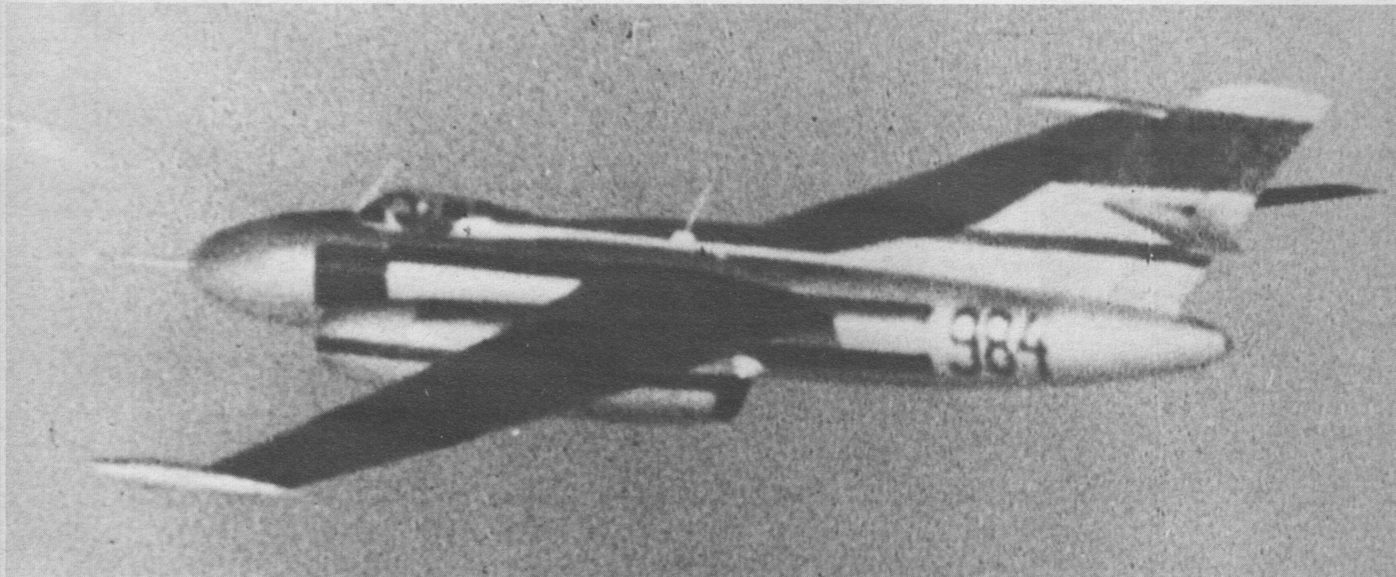
De Sovjet-Unie werkt aan de ontwikkeling van een nieuw hoogvliegend spionagevliegtuig met dezelfde eigenschappen als de beruchte Amerikaanse U-2 van Lockheed. Het Russische toestel, waarmee al enige tijd vliegproeven worden genomen, staat voorlopig bekend onder de aanduiding "Ram-M".

Amerikaanse spionagekunstmanen hebben het nieuwe Russische verkenningsvliegtuig gefotografeerd op de Sovjet-luchtmachtbasis Ramenskoye ten noorden van Moskou. Ramenskoye is het bekendste (en waarschijnlijk grootste) centrum voor de ontwikkeling van nieuwe militaire vliegtuigen. Behalve met de Ram-M worden er ook testvluchten gemaakt met een supersonische bommenwerper (Ram-P) en met tenminste drie verschillende gevechtsvliegtuigen in de klasse van de Amerikaanse F-14 Tomcat, F-15 Eagle en A-10 Thunderbolt II.

Opvolger Mandrake

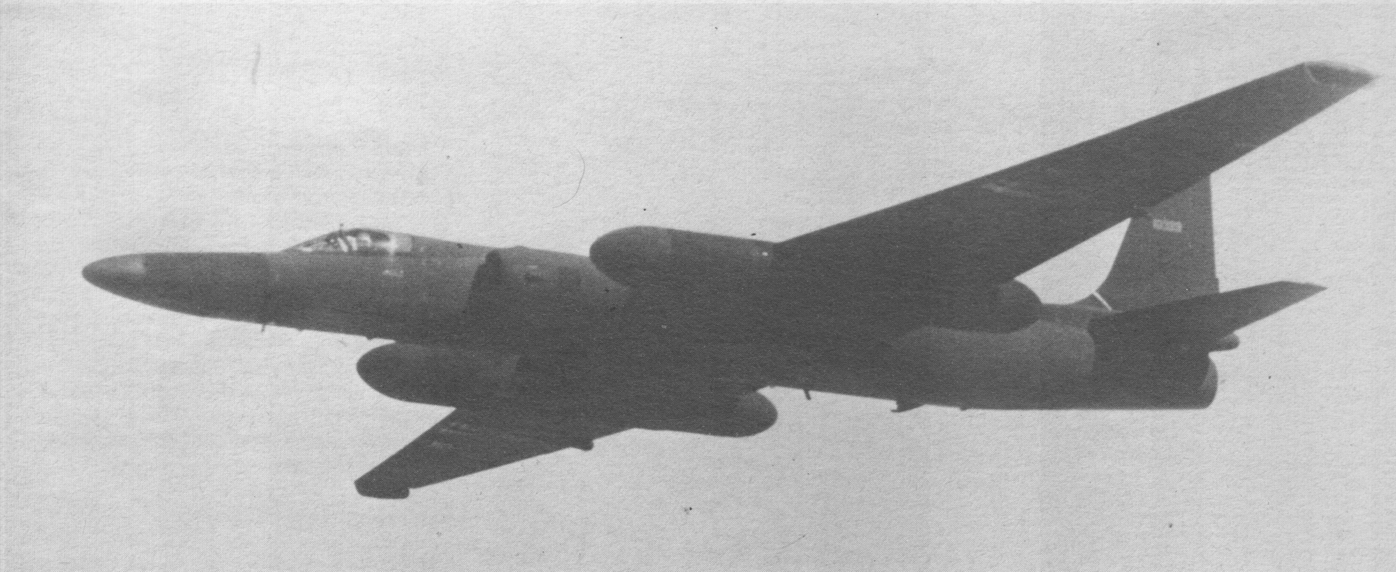
Het nu gesignaleerde spionagetoestel moet de opvolger worden van de tweemotorige Yakovlev Yak-25RD (NAVO-kodenaam Mandrake), die aan het eind van de jaren vijftig in dienst werd genomen voor klandistiene vluchten boven Europa, China, India en Vietnam - om maar een paar bekende gebieden te noemen. De operationele mogelijkheden van de Mandrake waren nogal beperkt, omdat de prestaties van de machine aanzienlijk onderdeden voor die van de U-2. De Mandrake was ontwikkeld uit het Yak-25 jachtvliegtuig (kodenaam Flashlight), dat voor het eerst vloog in 1953. Net als bij de U-2 was de spanwijdte van de Yak-25RD extra groot om zo hoog mogelijk -buiten bereik van de vijandelijke luchtverdediging- te kunnen vliegen.

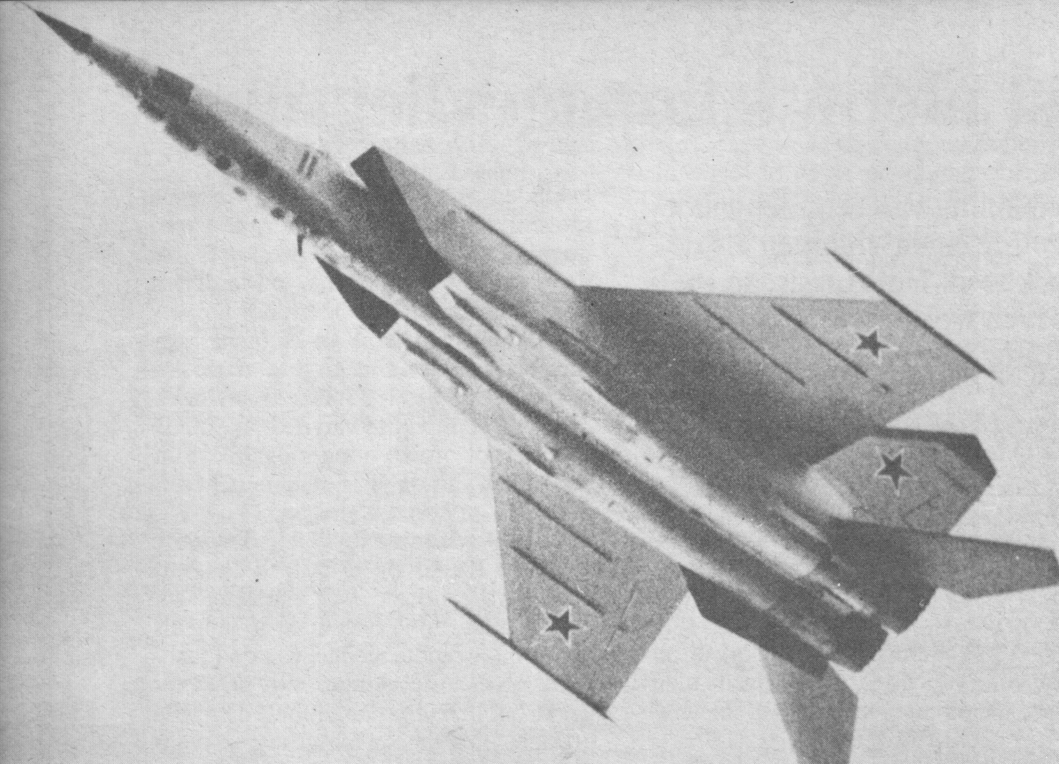
De spanwijdte van de "Uski-Twoski", zoals de Russische U-2 destijds spottend werd genoemd, was opgelengd tot 21,64 meter, bijna tweemaal zo lang als de normale rechte vleugel van de Flashlight. Over de prestaties van de Mandrake hebben jarenlang fabels de ronde gedaan. Nog steeds hangt er een waas van geheimzinnigheid rond de Russi-



Russische spionagevluchten worden nu uitgevoerd met onder andere de MiG-25 Foxbat-B die een aantal kamera's in de neus heeft.

Het nieuwe Russische spionagevliegtuig zou erg lijken op de U-2R, maar twee vertikale staartvlakken hebben.





De Russische Yak-25RD "Mandrake" heeft net als de Amerikaanse U-2 een extra lange vleugel om op grote hoogte te kunnen vliegen.

sche machine, maar zeker is wel dat de kapaciteiten in de jaren zestig sterk zijn overdreven. Het blad Aviation Week gaf de Mandrake een bereik van 4800 kilometer en een vlieghoogte van 80.000 voet (ruim 24 kilometer). Geen van beide parameters heeft het toestel ooit gehaald. Een betrouwbare semi-officiële Duitse bron gaf de Mandrake in 1979 een vliegbereik van 1930 kilometer en een plafond van 66.000 voet (19.800 meter). Als kruissnelheid werd aangegeven 644 kilometer per uur.

Nog in gebruik

Al in de jaren zestig werd duidelijk dat de rol van de Mandrake als spionagevliegtuig vrijwel was uitgespeeld. De Sovjet-Unie had zelf de veel hoger vliegende U-2 neergeschoten en zelfs de Chinese luchtmacht bleek in staat door piloten van Taiwan gevlogen U-2's neer te halen. Een onbekend aantal Mandrakes werd in de jaren zeventig omgebouwd tot onbemand doelvliegtuig (schietschijf voor raketten) of geschikt gemaakt voor elektronische oorlogsvoering. Een officieel Engels luchtmachtblad meldde in juni 1980 dat de Mandrake nog in "beperkte aantallen" in gebruik was.

Aangezien de Amerikaanse luchtmacht nog volop gebruik maakt van de U-2 en SR-71 spionagevliegtuigen (een nieuwe uitvoering van de U-2, de Lockheed TR-1 wordt in oktober operationeel bij de 17e Reconnaissance Wing op de Engelse vliegbasis Alconbury), is het begrijpelijk dat de Sovjet-Unie naar een opvolger heeft gezocht voor de Mandrake. Door welk ontwerpbureau de Ram-M is ontwikkeld, is niet bekend, maar het ligt voor de hand dat de nieuwe machine weer een "Yak" is. Van de Ram-M zijn nog geen foto's vrijgegeven en dat zal voorlopig ook wel niet gebeuren. Op foto's van de Mandrake heeft men in het Westen ook zo'n vijftien jaar moeten wachten!

Tegenhanger van de TR-1?

Over de precieze taak van het nieuwe Russische spionagevliegtuig bestaat nog onduidelijkheid. Omdat de Russische luchtmacht voor "gevaarlijke missies" beschikt over de Mach 2,8 vliegende MiG-25 Foxbat-B (met kamera's) en Foxbat-D (met elektronische verkenningsapparatuur), is het niet onredelijk te veronderstellen dat de Ram-M een soortgelijke taak krijgt als de nieuwe Amerikaanse TR-1, namelijk elektronische "stand off" verkenning, waarbij vliegend in het eigen luchtruim honderden kilometers diep in het grondgebied van een tegenstander kan worden geloerd. Boven staten zonder geavanceerde luchtverdedigingsmiddelen zou de Ram-M vliegend op een hoogte van 90.000 à 100.000 voet ook veilig fotoverkenningen kunnen uitvoeren.

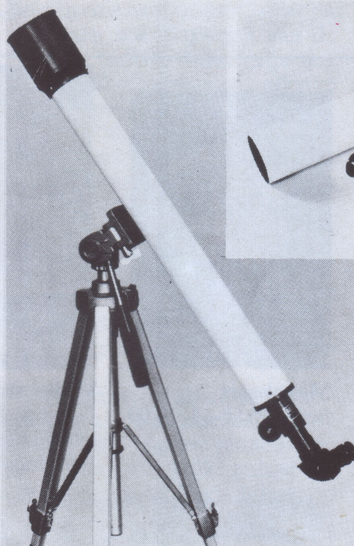


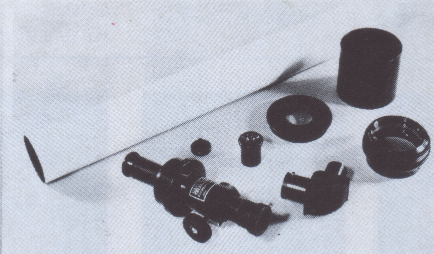
Oud en nieuw

De luchtvaartgeschiedenis wordt niet alleen gemaakt door vliegtuigen, maar ook door mensen. Zo iemand is Lew Wallick, nu al 31 jaar lang testpiloot bij Boeing. In die tijd heeft hij, vanaf de B-47, alle straalvliegtuigen van Boeing gevlogen. Daar horen ook de nieuwste Boeing-telgen bij, de 757 en de 767. Wallick vliegt ook uit hobby en dat doet hij in het toestelletje waar hij hier bij staat. Dat is een P-12 jachtvliegtuig uit 1929, het oudste nog vliegende toestel van Boeing. Wallick is er samen met een advokaat uit Seattle, de plaats waar de hoofdvestiging van Boeing is, eigenaar van.

Lew Wallick bij zijn P-12.

ZEER GOEDE TELESKOPEN in bouwpakket





Het bouwpakket bestaat uit:

1 witgelakte kunststof teleskoopbuis,
1 lens (achromaat met luchtscheiding) in vatting,
1 dauwkap,
1 fokusseerinrichting, scherpstellen met tandheugelkonstruktie,
1 zakje bevestigingsschroeven,
1 montagehandleiding + tips.
1 okulair 12½ mm,
1 zenitprisma,
1 moer ter bevestiging op een fotostatief,

Type 600/50: lens 50 mm, brandpunt 600 mm, vergroting 48×. Andere okulairen (sterkere vergr.) leverbaar.
Prijs 112,50.

Type 700/60: lens 60 mm, brandpunt 700 mm, vergroting 56×. Andere okulairen leverbaar (sterkere vergr.).
Prijs 159,50.

★ Nu ook zéér stevig houten driepootstatief met instelbare zwenkkop slechts 150,=

BESTELLEN door overmaking van het verschuldigde op giro **636150** t.n.v. *Mens en Vrijetijd* te Huizen-Nh.

NEWTONTELESKOOP op parallaktische montering

Spiegelobjektief 115 mm. Brandpunt 900 mm.
Openingsverhouding 7,8 dus een lichtsterke teleskoop waarmee vooral zwakkere hemelobjekten, zoals nevels en melkwegen, beter waargenomen kunnen worden en relatief korte belichtingstijden bij fotografie toegepast kunnen worden.
Kompleet met zoeker 5x20, H20 en H6 okulairen (vergrotingen van 45x en 150x).Het tussenstuk (adapter) tussen teleskoop en kamera is los verkrijgbaar voor 87,–.
Elektrische aandrijving is eveneens apart leverbaar voor 425,– inklusief de regelunit.
De afgebeelde kamera behoort niet tot de levering.
Prijs van deze teleskoop voor A&K-lezers slechts 690,–
Normale prijs **755,–**



A&K-Lezersservice Informatiepakketjes

Verkrijgbaar deze maand:

Sp.Shuttle-Algemene inform.	ƒ 7,20
Sp.Shuttle-Vaste brandstofraketten	ƒ 4,65
Sp.Shuttle-Externe tank	ƒ 7,10
Sp.Shuttle-Opbouw orbiter	ƒ 16,70
Sp.Shuttle-Hittewerende tegels	ƒ 6,45
Sp.Shuttle-Leefsystemen	ƒ 6,15
Sp.Shuttle-Landingsgestel	ƒ 5,85
Sp.Shuttle-Robot-arm	ƒ 8,30
Sp.Shuttle-Vlucht 12 okt. '81	ƒ 7,80
Sp.Shuttle-Spec.Col.result. 12 okt.	ƒ 7,50
20 jaar weersatellieten Tiros	ƒ 8,30
Sp.Shuttle-STS 3	ƒ 12,00
Sp.Shuttle-STS 4	ƒ 12,00

Behalve Spec.Col. zijn al deze pakketjes in het Engels gesteld.

Hemelkaarten waarin de banen van de planeten voor 1982 zijn getekend ƒ 2,95

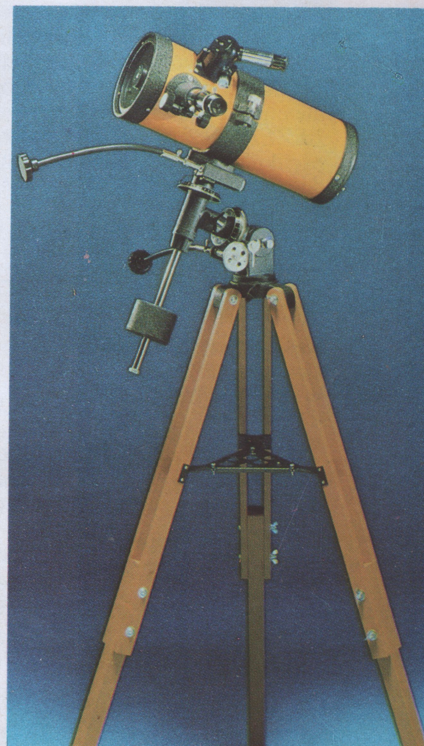
Venus, samenvatting van het meest recente onderzoek aan deze planeet. Deels in het Engels, deels Nederlands. ƒ.6,10.

Alle prijzen zijn inklusief verzendkosten. Bestellen door storting van het verschuldigde op giro 3081500 tnv Aarde&Kosmos te Huizen.

NIEUW

"Compactor" Newtonteleskoop volgens het catadioptrisch systeem. De bouwlengte is de helft van een normaal Newtonsysteem, dus ook lichter. De buis is geheel gesloten hetgeen stofvrij zijn garandeert. Belangrijk is dat bij deze korte bouw nog minder trillingen optreden.

Specifikaties:
D=114 mm, F=1000 mm, scheidend vermogen 1.02 boogsek, okulairen 6 en 20 mm, houten driepoot, e.a. accessoires.
Prijs A&K 995,–



Lezersservice A&K



A&K-Winkel en voorlichting: Gooilandweg 5, Huizen-NH.

BESTELLEN door overmaking van het verschuldigde op giro **636150** t.n.v. *Mens en Vrijetijd* te Huizen-Nh.

PRIJZEN zijn inklusief de verzendkosten. In Huizen afgehaald een korting van 10% op boeken.

BELGIË: bestellen door betaling via een internationaal postwissel of Eurocheque.

ADRES: Gooilandweg 5A te Huizen-Nh, 200 meter vanaf het busstation (boerderij hoek Industrieweg)

TELEFOON: 02152-58388

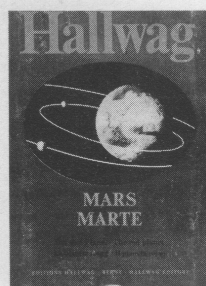
OPENINGSTIJDEN: Maandag t.e.m. vrijdag van 10 tot 16 uur, zaterdag van 10 tot 15 uur.

Vrijetijdsbesteding of hobbie: méér dan alleen maar het kopen van wat er voor nodig is!

Een van de doelstellingen van de stichtingen *Mens en Wetenschap* en *Mens en Vrijetijd* is, om de vrijetijdsbesteding - in de ruimste zin - te bevorderen en maximale voorlichting te geven over aan te schaffen instrumenten, apparatuur en literatuur. Tevens alle nazorg en hulp na het aankopen van instrumenten en apparatuur via *LEZERSSERVICE A&K*. De meeste benodigde instrumenten en apparatuur zijn via de al ruim 9 jaar bestaande *LEZERSSERVICE A&K* verkrijgbaar. De door die verkopen verworven financiële middelen worden dan ook uitsluitend aangewend om de uitgebreide voorlichtings- en nazorgaktiviteiten te bekostigen.
Beide stichtingen staan garant voor een, als het ware levenslange, begeleiding van uw hobbie. Maar ook bij studie kan een beroep worden gedaan op de vele mogelijkheden die onze organisatie heeft.
LEZERSSERVICE A&K is er, omdat de partikuliere handel in de regel niet kan voldoen aan de eisen die gesteld mogen worden aan een goede, blijvende en deskundige voorlichting, nazorg en begeleiding van die specifieke vrijetijdsbesteding.



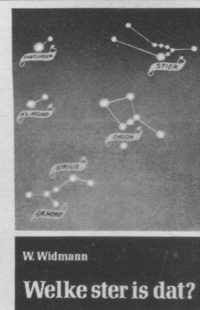
Hallwag sterrenkaart
Kleurenkaart 125x85 cm met viertalig boekje.
Bestelno.80-11 18,00



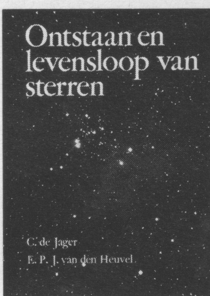
Vierkleurenkaart van Mars
Bestelno.80-12 18,00



Maankaart
Bestelno.80-13 18,00



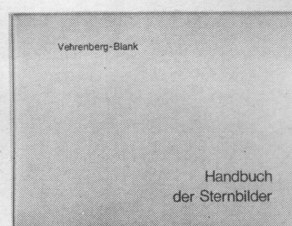
Welke ster is dat?
Handig, duidelijk en overzichtelijk.
Bestelno.80-26 13,95



Ontstaan en levensloop van sterren
Informatie over de materie in de kosmos.
Bestelno.80-22 33,00



Elseviers gids van sterren en planeten
Herkennen, waarnemen, informatie.
Bestelno.77-44 37,00



Handbuch der sternbilder
Alle sterrenbeelden met opgave van daarin voorkomende objekten om zelf waar te nemen. Onmisbaar bij waarnemen.
Bestelno.80-38 69,50



Sesam, atlas van de astronomie
Kompakte encyclopedie in kleur.
Bestelno.80-46 18,00



Fokker, bouwer aan de wereldluchtvaart.
De unieke geschiedenis van een dynamisch man, zeer vele illustraties.
Bestelno.80-36 29,50



Koolhoven, Nederlands vliegtuigbouwer
Historisch materiaal, vele foto's.
Bestelno.80-35 29,50

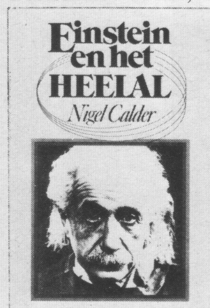


Het stralend heelal
Prachtige foto's van de Aarde en van objekten in de kosmos.
Bestelno.80-51 32,00



Space Shuttle
Voorspel, ontwikkeling, bouw en proefvluchten; de toekomst.
Bestelno.80-37 35,00

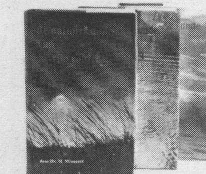
Einstein en het heelal
Relativiteitsleer, zwarte gaten. Zeer begrijpelijk beschreven.
Bestelno.80-50 27,75



Sesam, Atlas van de wiskunde
Deel 1: Grondbeginselen algebra en meetkunde. Deel 2: Analyse, toegepaste wiskunde.
Bestelno.80-49 54,50

Sesam Atlas van de wiskunde 1 Grondbeginselen Algebra en meetkunde — Sesam Atlas van de wiskunde 2 Analyse Toegepaste wiskunde

Natuurkunde van het Vrije Veld
Driedelig standaardwerk. Deel 1: Licht en kleur in het landschap. Deel 2: Geluid, warmte en elektriciteit. Deel 3: Rust en beweging.
Bestelno.76-33,-34 en -35. 112,50.
Per deel 37,50.



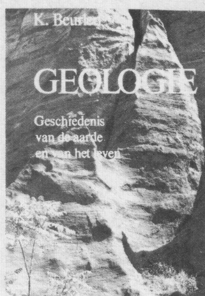
De piramide en de piramidekrachten
Twee boekjes over de energieverschijnselen en het zelf experimenteren.
Bestelno.80-23 34,00







Thieme's gids voor stenen en mineralen
Groot standaardwerk, 600 foto's.
Bestelno.80-14 59,50



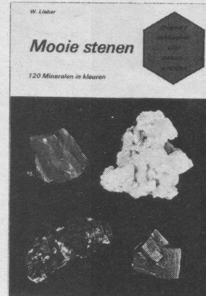
Geologie
De geschiedenis van de Aarde, bouw en ontwikkeling.
Bestelno.80-01 58,50



Elseviers zwerfstenengids
Onmisbaar bij het zoeken in het vrije veld.
Bestelno.80-16 39,50



Mineralen en gesteenten
De belangrijkste mineralen en gesteenten determineren aan de hand van kleurenfoto's.
Bestelno.80-40 18,50



Mooie stenen
120 mineralen in kleur.
Bestelno.80-39 14,95



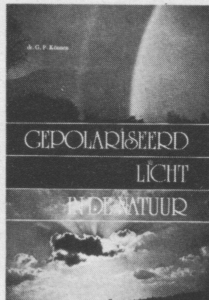
Fossielen
Zoeken, verzamelen en prepareren.
Bestelno.80-42 14,95



De wonderwereld van het mikroskoop
Handleiding voor de mikroskopie.
Bestelno.78-84 8,95



Zelf stenen slijpen
Zelf sierstenen slijpen en polijsten.
Bestelno.80-43 25,95



Gepolariseerd licht in de natuur
Gids over licht en polarisatie
Bestelno.80-25 49,50

NAALDBAND
Uitgevoerd in natuurlinnen.
Bestelno.NLD 15,00





Popol Vuh
Bijbel en scheppingsverhaal van de Maya's.
Bestelno.77-59 39,75



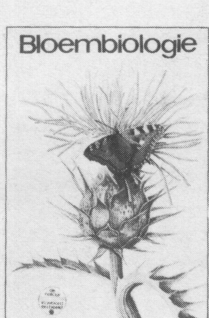
Werelden in botsing
Over de katastrofes in het verleden van de Aarde.
Bestelno.78-60 39,75



Boemerangs
Zelf maken en werptechniek, met vele voorbeelden.
Bestelno.80-33 16,50



Thieme's paddestoelenboek
Alle paddestoelen besproken, prachtige illustraties.
Bestelno.80-44 38,50



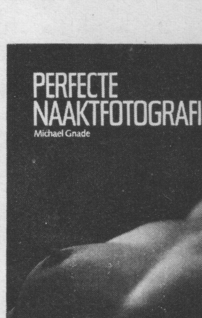
Bloembiologie
Letterlijk en figuurlijk in de bloem gedoken.
Bestelno.78-87 19,75



Handboek zwart-wit fotografie
Alle informatie over techniek en verwerking.
Bestelno.78-54 39,50



Handboek voor de donkere kamer
Volledige informatie over alle aspekten, technieken, enz.
Bestelno.80-34 39,50



Perfekte naaktfotografie
Over kompositie, vorm, kleur en techniek
Bestelno.80-52 59,50

Teleskopen, fotografie

Lenzenteleskopen vanaf 225,00
Bouwpakketten 50 mm voor 112,50
60 mm voor 159,50
Spiegelteleskopen vanaf 640,00
Parallaktische montering vanaf 325,00
Zoekers 5x24 voor 42,50 inkl.beugels
Zoekers 15x40 voor 175,00 inkl.beugels
Elektrische aandrijvingen, adapters, aanpasringen.
Prismakijkers 7x50 voor 169,50.
Spiegeltele-objektief 8/500 mm voor 595,00.
Idem 10,5/1100 voor 795,00.
(Beide telelenzen zijn als teleskoop te gebruiken).
Kamera-body's (spiegelreflex) voor 125,00.
Leveringsprogramma op aanvraag verkrijgbaar.

Mikroskopen

Beginners mikroskopen vanaf 189,00.
Voor studie, beginners en gevorderden vanaf 235,00.
Voor de meer eisende mikroskopist en student vanaf 640,00.
Researchmikroskopen (binokulair) vanaf 1695,00.
Stereomikroskopen (voor o.a. de geologiehobbie) vanaf 199,00.

Alle accessoires zoals objektieven, losse revolverkoppen, okulairen, filters, verlichtingsets, draaibare tafels, kruistafels, kondensors, fasekontrastsets, enz.
Voorts kleurstoffen, preparaatvloeistoffen en -poeders, dekglaasjes, preparaatglazen, komplete preparaten, enz.
Volledig leveringsprogramma op aanvraag verkrijgbaar.

Geologie, stenen

Losse stenen en mineralen, slijptrommels met en zonder elektrische aandrijving, triltafels, zaag- en slijpmachines, zaag- en slijpschijven, gereedschappen, beginnersslijpdozen, boeken, slijp- en polijstsets, enz.
Gelegenheid tot zelf leren zagen en slijpen bij ons in Huizen.



Giftige planten, giftige dieren
Handige informatie om te weten.
Bestelno.80-48 18,50



Water, waterplanten en waterdieren
Zakboek voor natuurvrienden.
Bestelno.80-47 12,00

U kunt ons dagelijks bezoeken in Huizen, Gooilandweg 5A, vlak bij het busstation (boerderij op de hoek v.d. Industrieweg).

Noteert u mij voor een abonnement op Aarde & Kosmos voor de periode zoals ik die rechts op deze kaart heb aangegeven:

Naam: ____________

Adres: ____________

Postkode: ____________

Woonplaats: ____________

Ik wil tevens:

De A&K-jaargang 1979 voor *f* 22,50
De A&K-jaargang 1981 voor *f* 39,50
.... stuks naaldband à *f* 15.00.
(Alle prijzen inkl. verzendkosten).

Aarde & Kosmos
Lucht- en Ruimtevaart
Het enige Nederlandstalige tijdschrift met een totaalformule over natuur, techniek en wetenschap plus aanverwante vrijetijdsbesteding.
Een unieke lezersservice met eigen winkel die alle werdagen geopend is.

☐ het gehele jaar 1982 voor *f* 55,–

☐ een jaarabonn. ad. *f* 55,– ingaande op ....

Hokje aankruisen van het gewenste.

____

Als kado kies ik:

☐ Wonderwereld van de mikroskoop

☐ Een naaldband, natuurlinnen en oerdegelijk

☐ Kaart van Noordzeekusten

☐ Kaart Geologie van Nederland

☐ Ik maak geen gebruik van uw kado-aanbieding maar krijg *f* 4,– korting op het jaarabonnement.

Kado's bij Aarde&Kosmos

Iedere nieuwe abonnee die een JAAR-abonnement op Aarde&Kosmos neemt kan een keuze maken uit drie kado-artikelen.



Een in natuurlinnen uitgevoerde oerdegelijke naaldband voor het opbergen en makkelijk naslaan van Aarde&Kosmos.

"De wonderwereld van de mikroskoop", een waardevol boekje voor ieder die een mikroskoop bezit of er een wil gaan aanschaffen.

Een kleurenkaart waarop de ontwikkeling van de kustlijnen van de landen rond de Noordzee sinds de laatste IJstijd staan afgebeeld; met een duidelijke toelichting.

Een prachtige kleurenkaart van de geologie van Nederland. Met een duidelijke toelichting.

Bezoek uw eigen winkel!

Lezersservice A&K is alle werkdagen geopend, plus vrijdagsavonds.

Gooilandweg 5A te Huizen-Nh, ca. 200 meter westelijk van het busstation (lijn 134, 135 of 137 vanaf het station Naarden-Bussum).
Met de auto via A27 en E35. Ruime parkeergelegenheid.

Uitgebreide bibliotheek, gelegenheid tot het maken van kopieën van alle mogelijke informatie, inklusief die uit ons uitgebreide archief.

Vele modellen **teleskopen,** accessoires, fototechnieken, onderdelen, prismakijkers, bouwpakketten, atlassen, enz.

Uitgebreide serie **mikroskopen.** Standaardmodellen met unieke mogelijkheden tot uitbreiding met onderling uitwisselbare accessoires!
Alle uitvoeringen staan tot uw beschikking om er eigenhandig mee te werken en zelf te ontdekken welke mogelijkheden er allemaal zijn.
Geologische apparatuur, zoals trommelen, slijpen, zagen, enz. Grote kollektie stenen en mineralen. Tevens gereedschappen voor in het veld voor de amateurgeoloog.

En: als **abonnee/donateur** profiteert u van gratis deskundige voorlichting, hulp en kunt u altijd een beroep doen op de mogelijkheden van onze organisatie. Wanneer kosten berekend moeten worden zullen dat alleen de werkelijke onkosten zonder enige opslag zijn.

Voor wat, hoort wat:

Als nieuwe abonnee mag ik één boek uit Lezersservice A&K kiezen tegen 30% korting.
Ik kies: bestelno. ....

Voor abonnees die een ander via deze kaart opgeven als abonnee op A&K:

De aan ommezijde opgegeven abonnee is door mij aangebracht. Ook ik mag een boek uit Lezersservice A&K kiezen tegen 30% korting.
Ik kies: bestelno. ....

Mijn naam:

Adres:

Postkode:

Woonplaats:

Bij de tijd . . . met
Aarde & Kosmos
een naslagwerk boordevol betrouwbare informatie.

Postzegel
plakken
niet nodig

Stichting Mens en Wetenschap
Aarde & Kosmos
Antwoordno. 108
1270 VB Huizen